INIA
Instituto Nacional
de Investigaciones
Agrícolas

Zootecnia Tropical

ISSN: 0798-7269
AÑO 24 VOL. 24 No.3 – 2006

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - VENEZUELA

Zootecnia Tropical/Vol. 24/No 3//Julio-Septiembre 2006/ISSN 0798-7269

ZOOTECNIA TROPICAL

Revista Trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
Maracay, Venezuela

www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zooindex.htm

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS
ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. Prudencio Chacón
PRESIDENTE

Dra. Tania Rodríguez
GERENTE GENERAL

M.Sc. Amelia La Barbera
GERENTE (E) INVESTIGACIÓN

Dr. Ignacio Entrena
GERENTE (E) NEG. TECNOLÓGICA

COORDINACIÓN EDITORIAL ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. José L. Gil
EDITOR JEFE

Dr. Néstor E. Obispo
EDITOR ASISTENTE

Ing. M.Sc. Freddy Espinoza
ASESOR

Rosa Terán
SECRETARIA

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Tahis Días (FCV-UCV)
Dra. Susmira Godoy (INIA)
Dr. José Alió (INIA)
Dr. Orlando Guenni (FAGRO-UCV)

COMITÉ EDITORIAL ASOCIADO

Dr. Carlos Lascano (Colombia)
Dra. Alicia Rabasa (Argentina)
Dr. Lee McDowell (EEUU)
Dr. Julio Lee (Cuba)
Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)
Dr. Armando Fuentes (Venezuela)
Dra. Josefina Combellas (Venezuela)
Dr. Rainer Schultze-Kraft (Alemania)
Dr. Manuel Fondevilla (España)
Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)
Dr. Rony Tejos (Venezuela)
Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)
M Sc. Julio Rodríguez (Venezuela)

Dirigir correspondencia a:
ZOOTECNIA TROPICAL. INIA, Apdo 2103. Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela. Direcciones electrónicas: zootrop@inia.gov.ve jgil@inia.gov.ve nobispo@inia.gov.ve

VALOR DE LA SUSCRIPCIÓN[1]:

VENEZUELA (Bs.)		EXTERIOR (US $)	
Un año:	18.000,00	One year:	40.00
Dos años:	35.000,00	Two years:	75.00
Ejemplar:	15.000,00		

[1] Incluye gastos de manejo y envío por vía terrestre para Venezuela y correo marítimo para el Exterior

ZOOTECNIA TROPICAL
ISSN: 0798 – 7269 Dep. Legal: pp. 198302AR214
Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela
Sitio Web: www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zooindex.htm

COMITÉ *Ad hoc*

Los artículos publicados en ZOOTECNIA TROPICAL son sometidos a un proceso de
Arbitraje Científico Externo

BOARD OF SCIENTIFIC REVIEWERS

Articles published in ZOOTECNIA TROPICAL are submitted to
Scientific Reviewers

ZOOTECNIA TROPICAL / (FONAIAP). Instituto de Investigaciones Agrícolas. Vol. 1 N° 1-2. 1983

Continuación a partir de 1983 de la Serie Zootécnica de la revista Agronomía Tropical, Vol. 29 N° 6, 1979

INDIZACIÓN

C.A.B. International (U.K.), IICA-CIDIA (Costa Rica), Royal Tropic Institute (Tropag & Rural, Holanda), AGRIS (FAO-Roma), LATINDEX (México), Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias (UNAM, México), MEDIATHEK (Alemania), UCH (México), REVENCYT (Venezuela), Base de Datos REVIS (CATIE, Costa Rica), Base de Datos RISPAL (CATIE, Costa Rica) y Base Agrícola Venezolana (FONAIAP, Venezuela)., Bioline (Canadá), Scielo (Venezuela).

SE ACEPTA EL INTERCAMBIO CON OTRAS REVISTAS

Exchange requested **Wir bitten um austausch** **On demande l'échange**

Gradiremmo cambio **Deseamos permuta**

Tiraje: 500 Ejemplares

Esta publicación se imprime en papel libre de ácido, cumpliendo con los requisitos mínimos de la American Standard for Information Sciences – Permanence for paper for printed library materials, ANSI Z39.48 – 1984.

EL Comité Editorial de la Revista Zootecnia Tropical agradece el apoyo financiero otorgado por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) para la edición de este número.

EDITORIAL

En ocasión del XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal 2006, se reúne en el estado Guarico un destacado grupo de investigadores, productores, empresarios y distinguidos representantes de la comunidad académica nacional e internacional, un escenario propicio para el intercambio de conocimientos e información sobre los últimos adelantos, que en materia de investigación se ha desarrollado para mejorar los sistemas de producción e industria animal.

En esta oportunidad, el Consejo editorial de la revista científica Zootecnia Tropical, prestigiosa publicación del Instituto Nacional de Investigaciones Científicas (INIA), asume nuevamente el reto de publicar en el tercer cuatrimestre del año 2006, los mejores trabajos en extenso recibidos, los cuales fueron seleccionados por rigurosos árbitros independientes. Agradecemos este invaluable soporte.

Deseamos reconocer el apoyo recibido por parte de las autoridades de la Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Centrales "Rómulo Gallegos" (UNERG), sede de este magno evento, en la persona de su Rector Dr. Luis Enrique Gallardo, quien conocedor de la importancia del papel que le corresponde a la universidad venezolana en el apuntalamiento de la soberanía agroalimentaria, no escatimó esfuerzos para dar todas las facilidades solicitadas por el Comité Organizador, para acometer con éxito la celebración del Congreso. Igualmente, agradecemos el apoyo del Dr. Prudencio Chacón, Presidente del INIA, por facilitar la impresión de las Memorias y la edición del número especial de la revista Zootecnia Tropical, al Gobernador del estado Guarico, Eduardo Manuit, por la colaboración del Instituto de Ciencia y Tecnología del estado Guarico, adscrito a la Gobernación del Estado Guárico, extendemos nuestro agradecimiento a las empresas privadas patrocinantes y finalmente a los miembros de nuestra Asociación y a todos los demás participantes.

Atentamente,

Dr. Alfredo Baldizán
Coordinador General
Vicepresidente de AVPA

Depósito Legal pp. 198302AR214 ISSN: 0798-7269

MORALES G., PINO L. A., SANDOVAL E., FLORIO J., y JIMÉNEZ D. Niveles de infestación parasitaria, condición corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón 333

QUIJADA J., RIVERA M., GONZÁLEZ C., VIVAS I., SIMOES D., y RAMÍREZ. R. Prevalencia de infecciones con estrongilos digestivos en bovinos doble propósito de la zona de Tucacas, estado Falcón, Venezuela..... 347

CANELONES C., y CASTEJON M. Harinas de planta entera de frijol (*Vigna unguiculata*) y de mazorca de maíz (*Zea mays*) como suplemento para becerros antes del destete..... 361

RIVAS J., BASTIDAS P., DÍAZ T., HAHN M., y MOYA A. Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre el comportamiento reproductivo en rebaños lecheros de la zona alta del estado Mérida..... 379

Depósito Legal pp. 198302AR214 ISSN: 0798-7269

MORALES G., PINO L. A., SANDOVAL E., FLORIO J., y JIMÉNEZ D. Niveles de infestación parasitaria, condición corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón 333

QUIJADA J., RIVERA M., GONZÁLEZ C., VIVAS I., SIMOES D., y RAMÍREZ. R. Prevalencia de infecciones con estróngilos digestivos en bovinos doble propósito de la zona de Tucacas, estado Falcón, Venezuela..... 347

CANELONES C., y CASTEJON M. Harinas de planta entera de frijol (*Vigna unguiculata*) y de mazorca de maíz (*Zea mays*) como suplemento para becerros antes del destete..... 361

RIVAS J., BASTIDAS P., DÍAZ T., HAHN M., y MOYA A. Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre el comportamiento reproductivo en rebaños lecheros de la zona alta del estado Mérida..... 379

Depósito Legal pp. 198302AR214 ISSN: 0798-7269

TABLE OF CONTENTS Vol. 24 No. 3

SCIENTIFIC ARTICLES

HURTADO E., GONZÁLEZ C., and VECCHIONACCE H. Morphometry of vital organs of Creole pigs in Apure state, Venezuela 205

BALDIZÁN A., DOMÍNGUEZ C., GARCÍA D. E., CHACÓN E., and AGUILAR L. Secondary metabolites in a tropical deciduous forest vegetation of the Venezuelan central plains..... 213

GARCÍA D. E., and MEDINA M. G. Chemical composition, secondary metabolites, nutritive value and relative acceptability of ten fodder trees..... 233

RODRÍGUEZ I., SCHULTZE-KRAFT R., and GUEVARA E. Seed yield potential of the forage legume *Centrosema pascuorum* Mart. ex Bentham in the Mesa of Guanipa, Anzoátegui state, Venezuela 251

ALBERS A. M. I., and BARRIOS A. D. R. Individual motility of epidydimal spermatozoa, obtained by retrogadous flushing from *post-mortem* cebu bull testicles..... 267

RAMÍREZ-IGLESIA L. N., VIERA R. F. B., MARTÍNEZ J. A., DÍAZ DE RAMÍREZ A., MORILLO L J. G., ROMÁN R., and SOTO-BELLOSO E. Sexually active groups in dual purpose postpartum crossbred cattle..... 281

ROA N., LINARES T., DÍAZ T., and CHACÍN F. Ovarian follicular waves in Brahman and crossbred (*Bos indicus x Bos taurus*) cows, located in Venezuelan central plains..... 297

SALVADOR A., MARTÍNEZ G., ALVARADO C., y HAHN M. Milk composition of Canarian crossbred goats on tropical conditions 307

ALFARO C., MORELA ROLO DE M., CLAVIJO A., and VALLE A. Characterization of bovine Paratuberculosis in dual porpouse cattle at the plains of Monagas state, Venezuela..... 321

Depósito Legal pp. 198302AR214 ISSN: 0798-7269

MORALES G., PINO L. A., SANDOVAL E., FLORIO J., and JIMÉNEZ D. Levels of parasitic infection, body condition, and haematocrit values in resistant, resilient, and wormy animals in a Criollo Rio Limon cattle herd 333

QUIJADA J., RIVERA M., GONZÁLEZ C., VIVAS I., SIMOES D., and RAMÍREZ. R. Prevalence of infections with digestive strongyles in dual purpose bovines in Tucacas area, Falcon state, Venezuela 347

CANELONES C., and CASTEJON M. Flours of whole cowpea (*Vigna unguiculata*) and cob maize (*Zea mays*) as supplements for suckling calves 361

RIVAS J., BASTIDAS P., DÍAZ T., HAHN M., and MOYA A. Effect of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on reproductive performance on dairy herds in the mountain area of Mérida state 379

Zootecnia Trop., 24(3): 205-211. 2006

Morfometría de órganos vitales de cerdos Criollos en el estado Apure, Venezuela

Ernesto Hurtado[1]* Carlos González[2] e Hiram Vecchionacce[2]

RESUMEN

Con el objeto de evaluar la morfometría de los órganos vitales de cerdos Criollos en condiciones naturales en el estado Apure, Venezuela. Se utilizaron 32 cerdos Criollos adultos (15 hembras y 17 machos) localizados en los municipios de Achaguas, Pedro Camejo y Biruaca. Los órganos medidos y pesados fueron: Estómago, hígado, intestino delgado, intestino grueso y pulmones. Se realizó análisis de estadística descriptiva y varianza para las variables morfométricas, teniendo como efecto único al sexo. Las hembras no fueron estadísticamente diferentes de los machos ($P > 0,05$), con excepción del peso del intestino grueso, el cual fue mayor en un 11 %, y la longitud del intestino delgado en un 9 % ($P < 0,05$). El peso y la longitud del hígado es mayor en las hembras; sin embargo, estas diferencias no son estadísticas. El peso y longitud de los pulmones no presentaron diferencias ($P > 0,05$). Se concluye que bajo condiciones naturales de crianza el efecto sexo no es causa de variación en el cerdo Criollo en una gran mayoría de los órganos vitales.

Palabras clave: Cerdo criollo, morfometría, Apure, Venezuela.

[1] Universidad de Oriente, Escuela de Zootecnia, Departamento Producción Animal. Apartado Postal 6201. Maturín, estado Monagas, Venezuela. *Correo electrónico: ernestohurtado@cantv.net

[2] 2Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Producción Animal, Maracay, estado Aragua, Venezuela

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

Morphometry of vital organs of Creole pigs in Apure state, Venezuela

SUMMARY

In order to evaluate the morfometry of the vital organs in Creole pigs in natural conditions in the Apure state, Venezuela, 32 Creole adult pigs (15 females and 17 males) located in Achaguas, Pedro Camejo and Biruaca municipalities were used. The organs measured and weighed were: Stomach, liver, small intestine, large intestine and lungs. It was accomplished descriptive statistic analysis and variance for the morfometric variables, having sex. as sole effect. Females did not present inferior averages to males ($P>0.05$), with exception of the weight of the large intestine, the one which was greater in a 11 %, and the length of the small intestine, longer in a 9% ($P<0.05$). The weight and the length of the liver is greater in the females; however, these differences are not statistics. The weight and length of the lungs did not present differences ($P>0.05$). It is concluded that, under natural conditions of rearing, the effect of sex is not cause of variation in the Creole pig for a great majority of its vital organs.

Key words: Creole pigs, morphometry, Apure state, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El cerdo Criollo venezolano pertenece a una población muy heterogénea, que de manera natural ha sobrevivido a distintas condiciones ecológicas y representa un potencial genético susceptible a ser utilizado y mejorado en su hábitat natural. Además, se ha observado la capacidad que tienen de aprovechar los recursos naturales disponibles y diversos subproductos agrícolas.

En este sentido, es fundamental el conocer y estudiar este recurso genético, considerar su potencial como animales puros, elaborar programas de selección dirigidos a objetivos específicos y finalmente evaluar las mejores cruzas con otras razas. De allí que el punto de partida sea la caracterización del cerdo Criollo a todos los niveles. En estudios recientes, Hurtado *et al.* (2005) describieron morfológicamente al cerdo Criollo en el estado Apure. La morfometría (peso y tamaño) de órganos vitales es una herramienta básica para inferir acerca del comportamiento fisiológico de estos animales y para la realización de futuras investigaciones.

La literatura reporta algunos trabajos que hacen alusión a la morfometría de órganos vitales del cerdo Criollo en Latinoamérica. En Cuba se han realizado algunos trabajos para medir la morfometría de los principales órganos en los cerdos Criollos sometidos a diferentes dietas no convencionales (miel B) donde se destaca un mayor valor promedio en el peso para el intestino grueso (102 %) y ciego (107 %) cuando se comparó con cerdos cc21 (Diéguez *et al.*, 1995a).

En México con el cerdo Pelón Mexicano; Guerrero *et al.* (1983) midieron peso del tracto gastrointestinal vacío y no encontraron diferencias estadísticas entre (en relación con el peso vivo vacío) los compartimentos digestivos de los cerdos Criollos alimentados con 0 y 20 % de alfalfa. Mientras que, López *et al.* (1999) señalaron que el peso de los órganos torácicos y abdominales es mayor en las hembras que en los machos castrados. Esta diferencia fue significativa para hígado, bazo, riñón e intestino delgado, atribuida al contenido digestivo de las hembras al momento del sacrificio.

El inicio de trabajos sobre la evaluación de la potencialidad del cerdo Criollo en otros países, es la base para la decisión de haber llevado esta investigación que consistió, en caracterizar a través de la morfometría los órganos vitales del cerdo Criollo en condiciones naturales de los llanos venezolanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 32 cerdos Criollos adultos (15 hembras y 17 machos) localizados en su ambiente natural, en los municipios Achaguas, Pedro Camejo y Biruaca, bajo el sistema rustico-extensivo.

La alimentación de estos animales esta sustentada principalmente por frutos de distintas leguminosas, palmas y algunos crustáceos que se encuentran en las sabanas llaneras. Siendo algunos de estos: samán (*Samanea samán*), caruto (*Spondias lutea*), guásimo (*Guazuma ulmifolia*), chiga *(Cassia grandis),* palma moriche *(Maurita flexuosa*) y caracoles de la familia *Planorbidae.*

Los animales fueron recolectados y mantenidos en ayuno, una vez pesados fueron sacrificados, previo aturdimiento con martillo, mediante incisión profunda en la papada con disección de grandes vasos arteriales y venosos. Una vez el animal desangrado se procedió a su escaldado y evisceración de los órganos contenidos en las cavidades torácica y

abdominal. Las vísceras objeto de estudio se extrajeron rápidamente y se separaron de sus ligamentos y anexos. Se pesaron, con el uso de una balanza con precisión de ±1g, el tracto gastrointestinal (estomago, hígado e intestino delgado y grueso) y órganos del sistema respiratorio (pulmones). Se midieron con una cinta métrica (precisión de ±1cm) las longitudes de estos:

- Estómago: desde el saco ciego, cercano al píloro, hasta el divertículo superior.
- Hígado: desde el borde superior del lóbulo lateral derecho hasta el borde inferior del lóbulo medial derecho.
- Intestino delgado: a partir del extremo proximal del duodeno hasta el extremo distal del ileon.
- Intestino grueso: desde el extremo proximal del ciego hasta el extremo distal del recto.
- Pulmones: desde el borde superior del lóbulo apical hasta el borde inferior del lóbulo diafragmático.

Los datos fueron tabulados y analizados a través de la estadística descriptiva por medio de medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar, el error típico de la media, máximos y mínimos y el coeficiente de variación). Se realizó un ANAVAR que tuvo como único efecto fijo al sex, (SAS, 1998), bajo el siguiente modelo estadístico lineal:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + \varepsilon_{ij}$$

donde:
Y_{ij}= representa el valor observado morfométrico en la unidad experimental $_j$ del sexo$_i$
μ= media común de todas las observaciones.
S_i= efecto del sexo $_i$
ε_{ij}= efecto aleatorio de la observación $_j$, sexo $_i$, con media cero y varianza σ^2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar las medidas de los órganos del tracto gastrointestinal, se consideraron las medidas de los órganos vitales que se muestran con las estadísticas descriptivas en el Cuadro 1. Se observa que los valores medios oscilan dentro de los rangos reportados por Diéguez *et al.* (1995a; 1995b). Hecho importante es que el coeficiente de variación en las

medidas de los pesos fue mayor del 20%, indicativo de la variación presentada en estos componentes digestivos, que podría estar asociada a la variabilidad de peso vivo de los animales, lo que fue limitante en la investigación.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de los componentes del tracto gastrointestinal del cerdo Criollo

Componente†	Peso estomago (g)	Peso I.D‡. (kg)	Peso I.G. (kg)	Longitud estomago (cm)	Longitud I. D. (m)	Longitud I. G. (m)	Peso vivo (kg)	Peso canal (kg)
				Hembras				
n	17	14	17	17	17	17	17	17
Media	619	1.36	1.68	23.10	11.02	3.91	47.25	28.77
DE	0.13	0.37	0.43	1.93	0.85	0.71	2.99	1..75
CV (%)	21.32	26.92	26.03	8.42	7.75	18.25	12.53	11.56
Mínimo	415	0.50	0.55	18.00	9.20	2.10	38.45	22.75
Máximo	800	1.85	2.47	27.00	12.10	4.90	55.35	31.15
				Machos				
N	15	15	15	15	15	15	15	15
Media	665	1.17	1.49	23.27	9.95	3.98	49.95	32.05
DS	0.16	0.29	0.34	2.68	0.87	0.57	3.18	1.86
CV (%)	23.84	24.77	23.23	11.54	8.76	14.41	13.28	12.91
Mínimo	450	0.70	0.60	20.00	8.40	2.50	39.70	24.25
Máximo	970	1.70	1.95	28.00	12.00	4.50	61.15	32.45
				Totales				
N	32	32	32	32	32	32	32	32
Media	641	1.27	1.59	23.12	10.52	3.94	48.60	30.41
DS	0.14	0.34	0.40	2.28	1.00	0.64	3.08	1.80
CV (%)	22.56	26.81	25.34	9.87	9.57	16.29	12.90	12.23
Mínimo	410	0.50	0.55	18.00	8.40	2.10	38.45	22.75
Máximo	970	1.85	2.47	28.00	12.10	4.90	61.15	32.45

† n = número de observaciones; DE=Desviación estándar; CV= Coeficiente de variación.
‡ I.D. = Intestino delgado; I.G. Intestino grueso.

En la mayoría de las medidas analizadas las hembras presentan promedios inferiores a los machos (P>0,05), a diferencia del peso del intestino grueso el cual fue mayor en un 11 % y la longitud del intestino delgado en un 9 % (P<0,05) lo que podría ser debido a una mayor exigencia nutricional, por parte de las hembras como consecuencia a su condición natural a las distintas funciones de esta (gestación y lactación). Sin embargo, estos resultados se aproximan a lo reportado por Guerrero *et al.* (1983), quienes no encontraron diferencias estadísticas entre el peso de los compartimentos digestivos de los cerdos Criollos alimentados con 0 y 20 % de alfalfa. Además infieren que, en caso de existir un mayor peso y tamaño sea posible a una mayor presencia física de la fibra en el tracto digestivo, lo que obliga a las paredes musculares a realizar un mayor trabajo y como consecuencia hay hipertrofia. La literatura reporta que el intestino delgado es mayor en cerdos con una mejor eficiencia en la utilización del alimento (Diéguez *et al.*, 1994).

El Cuadro 2 presenta los valores medios obtenidos por estadística descriptiva de algunos órganos vitales del cerdo Criollo y se observa que los promedios son inferiores a los señalados por Diéguez *et al.* (1995 [b]) en el cerdo Criollo Cubano y por López *et al.* (1999) en el cerdo Pelón Mexicano. El peso y la longitud del hígado (glándula que interviene en el control del metabolismo) es mayor en las hembras; sin embargo, estas diferencias no son estadísticas (P>0,05), tal y como lo reporta la literatura, de donde se desprende que no existe un patrón definido en las diferencias a nivel de sexo y en caso de existir son debidas a causas excepcionales fisiológicas.

Se puede mencionar que el hígado del cerdo Criollo, de acuerdo a los resultados, presenta un peso (kg) que oscila entre 1,01 ± 0,31 y una longitud (cm) de 20,44 ± 1,98. Con respecto al peso y longitud de los pulmones no se encontraron diferencias (P>0,05). El promedio general del peso y longitud (cm) de los pulmones del cerdo Criollo fue de 0,411 ± 0,104 (kg.) y 22,0 ± 3,741(cm) , respectivamente.

Cuadro 2. Estadística descriptiva de órganos vitales del cerdo Criollo

Componente†	Peso hígado (kg)	Peso pulmones (kg)	Longitud hígado (cm)	Longitud pulmones (cm)
		Hembras		
n	17	17	17	17
Media	1,02	0,40	20,53	21,53
DE	0,25	0,07	1,91	2,96
CV (%)	24,82	18,72	9,29	13,75
Mínimo	0,50	0,25	16,00	17,00
Máximo	1,45	0,52	24,00	28,00
		Machos		
n	15	15	15	15
Media	0,99	0,42	20,33	22,53
DS	0,37	0,13	2,13	4,52
CV (%)	36,81	31,23	10,46	20,05
Mínimo	0,60	0,20	16,00	15,00
Máximo	1,60	0,70	23,00	29,00
		Totales		
n	32	32	32	32
Media	1,01	0,41	20,44	22,00
DS	0,31	0,10	1,98	3,74
CV (%)	30,38	25,34	9,70	17,01
Mínimo	0,50	0,20	16,00	15,00
Máximo	1,60	0,70	24,00	29,00

† n= Número de observaciones; DE= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación (%).

En términos generales, los resultados de morfometría permiten señalar que los valores absolutos del peso de los órganos torácicos y abdominales fueron mayores en las hembras que en los machos, coincidiendo con lo señalado por López *et al.* (1999).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de morfometría permiten concluir que bajo condiciones naturales de crianza el efecto sexo no es causa de variación en el cerdo Criollo. Con la excepción del peso del intestino grueso y la longitud del intestino delgado (P<0,05).Se recomienda realizar nuevas investigaciones con dietas predeterminadas a fin aportar resultados que se puedan comparar con esta experiencia.

LITERATURA CITADA

Diéguez, F., J. Ly., I. Maza., F. Savigni, F y M. Tosar. 1995 [a]. Morfometría de órganos vitales de cerdo Criollo y CC21. Livestock Research for Rural Development 6(3):7.

Diéguez, F., M. Tosar y I. Santana. 1995 [b]. Morfometría de los órganos vitales en cerdos de tres razas que difieren en su composición corporal. ICA. XXX

Aniversario Instituto de Ciencia Animal.Seminario Científico Internacional. p 27.

Diéguez, F., J. Ly y I. Pérez. 1994. Crecimiento y canales de cerdos criollos y CC21 alimentados con miel B y soya. Revista Computarizada de Porcicultura1(1).

Guerrero, L., A. Marcos y A. Ruelas.1983. Utilización digestiva de la alfalfa por el cerdo pelón mexicano. Técnica Agropecuaria México. 44:27-34

Hurtado, E.,C. González y H. Vecchionacce. 2005. Estudio morfológico del cerdo criollo del estado Apure, Venezuela. Zootecnia tropical. 23(1):17-26

López, J., G. Salina y R. Martínez. 1999. El cerdo Pelón mexicano. Antecedentes y perspectivas. Ciencia y Cultura Latinoamericana, JGH. 78 p.

SAS. Statistical Analysis System. 1998. User's Guide Statistics. (Version 6.01). SAS. Int. Inc. Cary, N.C.

Zootecnia Trop., 24(3): 213-232. 2006

Metabolitos secundarios y patrón de selección de dietas en el bosque deciduo tropical de los llanos centrales venezolanos

Alfredo Baldizán[1], Carlos Domínguez[1], Danny E. García[2*], Eduardo Chacón[3] y L. Aguilar[3]

RESUMEN

Mediante el tamizaje fitoquímico se investigó la presencia de algunos grupos de metabolitos secundarios (fenoles, taninos condensados, saponinas, cianógenos y alcaloides) en la biomasa comestible de cuarenta y uno especies presentes en la vegetación del bosque deciduo tropical de los Llanos Centrales de Venezuela. El 44% de las especies encontradas correspondieron a plantas leguminosas. La subfamilia Mimosoide agrupó al 50% de los casos; mientras que Faboide y Caesalpinoide estuvieron presentes en el 28 y 22%, respectivamente. Los fenoles (83%) y los alcaloides (61%) fueron los metabolitos de mayor distribución general. Las combinaciones cuádruples de grupos secundarios fueron las más abundantes en leguminosas (33%) y la doble en las no leguminosas (61%). En algunas de las especies más representativas se observó un efecto marcado de la época, el tipo de bosque y la ubicación geográfica, en la presencia de dichos grupos funcionales. Sin embargo, dependió de las particularidades fitoquímicas en cada caso. Mediante pruebas microhistológicas se observó un amplio rango de aceptabilidad por parte de los bovinos y caprinos. En sentido general, los bovinos consumieron ávidamente aquellas especies con pocas combinaciones de metabolitos, mientras que los caprinos no mostraron preferencias específicas. Se concluye que las especies analizadas contienen en su biomasa

[1] Instituto para el Desarrollo de Sistemas Agrosustentables, Universidad Nacional Experimental "Rómulo Gallegos", Apartado 4563, San Juan de Los Morros, estado Guárico, Venezuela

[2] Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel", Universidad de los Andes, estado Trujillo, Venezuela. *Correo electrónico: dagamar8@hotmail.com

[3] 3Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua, Venezuela

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

algunos metabolitos secundarios cuya presencia en algunos casos varía con la época, el tipo de bosque y su ubicación. Los fenoles y los alcaloides son los grupos que requieren mayor atención en cuanto a su posible repercusión antinutricional, por su elevada distribución en la vegetación.

Palabras clave: composición fitoquímica, metabolitos, bosque deciduo tropical, tóxicos, especies forrajeras.

Secondary metabolites in a tropical deciduous forest vegetation of the Venezuelan central plains

SUMMARY

The presence of some groups of secondary metabolites (phenols, condensed tannins, saponins, cyanogens and alkaloids) in the edible biomass of 41 species in the tropical deciduous forest vegetation of the Central Plains, Venezuela were investigated. Forty four per cent of the species corresponded to leguminous plants. The Mimosoide subfamily contained 50% of the cases; while Faboide and Caesalpinoide were present in 28 and 22%, respectively. Phenols (83%) and alkaloids (61%) showed a greater general distribution. The quadruple combinations of secondary groups were the most abundant in leguminous (33%) and the double in non leguminous species (61%). In some representative species, a marked effect of the season, the forest type, and the geographical location were observed. However, it depended of the phytochemical particularities. By microhistological tests a wide range of acceptability were observed. In general, cattle consumed eagerly species with few metabolites combinations; while goats showed non specific preferences. The edible biomass of analyzed species contains some secondary metabolites groups whose presence, in some cases, varies with season, the forest type and location. Phenols and alkaloids are the groups that require bigger attention for their possible antinutricional repercussion.

Key words: phytochemical composition, metabolites, tropical deciduous forest, toxics, fodder species.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los árboles, arbustos y las especies rastreras han tenido un papel preponderante en la alimentación animal, debido a su

naturaleza multipropósito y amplio margen de adaptación a climas y suelos. En este sentido, existen muchas especies con potencial forrajero, entre las que se destacan las leguminosas por presentar considerables niveles proteicos y elevado valor nutritivo. Sin embargo, muchas de estas plantas contienen metabolitos secundarios que, en dependencia de su estructura química y concentración, pueden constituir factores antinutritivos en los herbívoros que las consumen (Aerts *et al.*, 1999).

Por otra parte, la vegetación del bosque deciduo tropical de los llanos centrales de Venezuela constituye una fuente primordial de especies con características forrajeras que le proveen al ganado de numerosos nutrientes, fundamentalmente, en el periodo de mínimas precipitaciones donde la disponibilidad de alimentos es escasa.

La caracterización fitoquímica integral de las plantas de mayor distribución en dicha área, así como el conocimiento de las variaciones asociadas con factores tales como la época, tipo de formación vegetal y su ubicación, facilitará un mayor aprovechamiento de las bondades de estos sistemas silvopastoriles naturales.

El presente trabajo tuvo como propósito fundamental la detección de fenoles, taninos condensados, saponinas, cianógenos y alcaloides en la biomasa comestible de cuarenta y uno especies perteneciente al bosque deciduo tropical de los llanos centrales de Venezuela y determinar el efecto estacional, tipo de bosque y la zona de muestreo, sobre el grado de positividad en las especies más representativas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de las zonas de muestreo

La recolección del material vegetal se realizó en el centro norte llanero, específicamente en la zona sur del estado Aragua y noreste del estado Guárico enmarcada entre los 65°15´O 8°40´N, 66°00´O 9°15´N, 67°01´O 9°11´N y 66°15´O 9°15´N, Venezuela.

Clima

El clima es marcadamente biestacional con una época de sequía comprendida principalmente entre diciembre y abril la cual se tomó como periodo poco lluvioso para la realización de los muestreos y otra de lluvias

que abarca los meses de mayo a noviembre como periodo lluvioso. La precipitación promedio anual en la zona se encuentra entre 1.027 y 1.380 mm y la temperatura media es 27ºC.

Tipo de vegetación

La vegetación es de bosque seco tropical, conformada por paisajes de sabana dominada por la vegetación graminoide (*Trachypogon* sp. y *Axonopus* sp.) y árboles achaparrados entre los que se destacan *Curatella* sp., *Byrsonima* sp., *Prosopis* sp., y *Acacia* sp. La identificación del tipo de formación vegetal se realizó mediante las descripciones realizadas por Baldizán (2003).

Relieve

Varía desde áreas planas con pendiente próximas a cero hasta áreas con pendientes abruptas. Existen paisajes de pie de monte de colinas y galeras en contacto con la serranía del interior y altiplanicie (mesa conservada), entre otros.

Suelo

Oscilan de franco arenoso a franco arcilloso, con acidez moderada o nula. Algunos indicadores del suelo en las fincas muestreadas, en dependencia del uso de la tierra, se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características físico-químicas de las principales zonas de muestreo

			Área sin cultivar			Área cultivada		
Finca	Textura†	pH	Nt	CO	FL	Nt	CO	FP
			---------- % ----------					
Uverito	FA	6,60	0,16	3,19	0,42	0,16	3,72	52,17
La Tigana	FA	7,01	0,25	3,90	0,41	0,18	3,18	53,13
Santa Rosalía	Fa	5,60	0,29	2,80	0,44	0,23	1,79	62,30
La Represa	FA	6,03	0,20	6,80	0,29	0,15	1,41	47,23

† FA: franco arenoso. Fa: franco arcilloso. Nt: nitrógeno total. CO: carbono orgánico. FL: fracción ligera. FP: fracción pesada.

Recolección y preparación de muestras

La fracción comestible de cada especie (hojas, flores y frutos) fue colectada, de acuerdo a los factores estudiados, a partir de cinco plantas con aproximadamente la misma edad y en el mismo estado fenológico, en los meses comprendidos entre noviembre de 1999 hasta octubre de 2001 en horas de la mañana (9:00-11:00 a.m.). Todo el material se llevó de forma inmediata al Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional Experimental "Rómulo Gallegos" y se secó a temperatura ambiente, en un local ventilado y oscuro, durante 14 días. Posteriormente fueron molinadas hasta un tamaño de partícula de 1 mm, y se almacenaron en frascos herméticos hasta la realización de los análisis correspondientes.

Particularidades del muestreo según los tratamientos

Para la determinación del efecto estacional y tipo de bosque, las muestras correspondientes a las especies representativas se tomaron de la finca "La Represa". Con relación a las evaluaciones cualitativas para la determinación del efecto localización, los muestreos se llevaron a cabo en los bosques secundarios de cuatro fincas (Uverito, La Tigana, Santa Rosalía y La Represa) enmarcadas dentro de la zona de estudio, pero distantes entre sí.

Ensayos analíticos

Tamizaje fitoquímico

Inicialmente se pesaron 25 g de cada material vegetal y macerados con 250 mL de etanol al 98% durante 48 horas, realizando los análisis por triplicado. A los extractos alcohólicos se les aplicó el tamizaje fitoquímico descrito por García (2003) para investigar la presencia de fenoles (Fn) mediante la utilización de Cloruro de Hierro (III), taninos condensados (TC) a partir del ensayo con Vainillina/ácido sulfúrico, saponinas (Sap) tomando en cuenta el índice de espuma (Galindo *et al.*, 1989), cianógenos (Cn) mediante la reacción con el papel picrosódico y alcaloides (Alc) a partir de la precipitación con sal de Antimonio en medio ácido.

Para la descripción de los ensayos se utilizó el sistema cualitativo de cruces para especificar la presencia o ausencia de los grupos de metabolitos siguiendo los criterios: presencia cuantiosa (+++), presencia notable (++), presencia leve (++) y ausencia (-). Todas las pruebas cualitativas fueron realizadas por tres analistas de forma individual para corroborar la escala de positividad asumida.

Con el fin de comprobar el estado de los reactivos analíticos, se utilizaron soluciones de compuestos patrones. Para los Fn se empleó solución de fenol (1%), en el caso de los TC se comprobó mediante D+ Catequina (2%). La calidad del picrato de sodio se verificó mediante la reacción con extracto de Amigdalina 3% (m/v) y para los Alc las pruebas se realizaron con Gramina (2%) y Efedrina (1%).

Manejo animal, estimación del consumo y técnica microhistológica

Selección de dietas y observaciones visuales

Se utilizó un rebaño compuesto inicialmente por 150 caprinos mestizos y 60 vacunos cebuínos, cada uno constituido por composición etaria combinada y con distintos sexos. La salida al pastoreo se efectuó a partir de las 7:00 a.m., tanto para caprinos como para bovinos. Durante el periodo experimental los animales solamente consumieron la vegetación del bosque.

Basándose en la metodología propuesta por Espinoza (1996) se procedió a la observación visual a distancia, siguiendo el recorrido de los rebaños de rumiantes a través del bosque mediante el auxilio de binoculares para no perturbar los hábitos de pastoreo y/o ramoneo y precisar las especies vegetales consumidas y sus partes en las diferentes épocas del año (patrón de conducta). Se observaron diariamente en horas del día (8:00 a.m.- 5:00 p.m.) el comportamiento de 45 caprinos y 32 vacunos.

Siguiendo la técnica del pastoreo simulado (Hand Plucking) se colectaron muestras vegetales similares a las consumidas (Schwartz *et al.*, 1977). Se efectuaron observaciones periódicas de tres días seguidos, cada 4 semanas a través del año.

Análisis microhistológico de la vegetación

Para la preparación de los patrones de epidermis vegetales se consideraron las recomendaciones propuestas por Virgüez (1993). Se tomaron muestras de las plantas (hojas y flores) más abundantes y que se consideraron consumidas por el método de observación directa, para así formar los patrones de referencia. El montaje de los patrones se hizo en base a 60 especies de plantas herbáceas y leñosas extraídas en la misma área de estudio. De las especies recolectadas se montaron 720 láminas, de las cuales fueron seleccionadas por duplicado las más nítidas para cada especie.

Los colorantes empleados para el contraste de los tejidos fueron: azul de algodón con toluidina, orange G, verde yodo y fast-green (Cutler, 1988). El tejido epidérmico foliar de cada planta se observó tanto en la región abaxial como adaxial (Granado, 1989). Los materiales considerados se observaron microscópicamente tomando fotografías de cada especie y partes de las mismas por medio de un microscopio invertido Zeiss Axioskop M35W con cámara Nikon FX-235A incorporada utilizando película de 135 mm y 100 ASA.

Análisis microhistológico de las heces

La caracterización morfológica de la epidermis de los patrones ensayados se sustentó de acuerdo a las descripciones bibliográficas generadas por Metcalfe y Chalk (1979). Siguiendo la metodología empleada por Virgüez y Chacón (1996), cada cuatro semanas y procurando limpiar previamente los corrales, se procedió a la recolección de las heces frescas tanto de bovinos como de caprinos dentro de los respectivos corrales. Los muestreos se efectuaron por tres días consecutivos (submuestras) cada mes a lo largo del año. El muestreo se hizo al azar dentro de los corrales en forma de zig-zag o línea quebrada, procurando colectar en diferentes sitios. Las heces de bovinos se tomaron por separado en bandejas de aluminio desechable con una capacidad aproximada de 1 kg de heces. Se colectaron las heces de la parte central con guantes desechables retirando la parte superior y evitando la porción en contacto con el suelo. Las heces de caprinos se recogieron con pinzas evitando la contaminación con tierra y pelos, y se introdujeron en frascos de vidrio con tapas de roscas. Cada recipiente se identificó con la fecha y corral de procedencia. Se tomaron seis muestreos para la época seca y seis muestreos para la época húmeda. Las muestras se preservaron en hielo seco hasta su transporte al laboratorio.

La morfología básica de los tejidos presentes en las heces se hizo por medio de la comparación visual de lo observado en el microscopio con los dibujos y fotografías obtenidas en los patrones. La presencia, formas, tamaños y distribución de tricomas, estomas, esclereidas, cuerpos de sílice, y parénquimas sirvieron para reconocer las especies botánicas.

Se consideraron especies altamente consumidas aquellas que presentaron elevados porcentajes de aparición en las heces; resultado que se corroboró mediante el método de observación visual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies muestreadas en el bosque deciduo tropical se presentan en el Cuadro 2. Del total de especies, 49% correspondieron a plantas leguminosas, de las cuales la mitad pertenecieron a la subfamilia Mimosoide y el resto quedó distribuido entre Faboide (26%) y Caesalpinoide (21%). El resto de las especies estuvieron formadas por una gran diversidad de familias botánicas, entre las que se destacaron *Bignoniaceae*, *Boraginaceae* *Flacourtiaceae* y *Malvaceae,* aspecto que apoya lo expresado por numerosos autores en cuanto a que no solamente las especies leguminosas pueden ser utilizadas con éxito en la alimentación animal; sino que otras plantas de diferentes agrupaciones botánicas presentan elevado potencial para los sistemas silvopastoriles en condiciones tropicales (González y Cáceres, 2002; Pinto *et al.*, 2002).

Entre los géneros que más sobresalieron en cuanto al número de especies se encontraron *Acacia*, *Caesalpinia*, *Tabebuia* y *Mimosa*, los cuales han sido señalados como promisorios para los sistemas agroforestales en investigaciones llevadas a cabo en Latinoamérica y otras regiones del mundo (Abdulrazak *et al.*, 2000; Pinto *et al.*, 2003).

Con relación a las partes de las plantas evaluadas, el 90% correspondieron a las hojas; fracción de la biomasa comestible que, conjuntamente con los frutos, son las más nutritivas por presentar elevados valores de proteína y exhibir mayor valor nutricional en términos de digestibilidad y degradabilidad ruminal (Larbi *et al.*, 1997; Kaitho *et al.*, 1997).

Al analizar las características fitoquímicas de todas las especies, una buena parte de ellas presentaron Fn y Alc (83 y 61%, respectivamente) y tanto las especies leguminosas como no leguminosas exhibieron individualmente considerables proporciones de dichos metabolitos (Figura 1). Estos resultados coinciden con lo planteado por Kumar (1992), Sotelo *et al.*, (1995), Rosales (1998) y Varona (2006) en relación a que los polifenoles y los compuestos nitrogenados de naturaleza no proteica constituyen los dos grupos de metabolitos secundarios de mayor distribución en las plantas superiores. Por tales motivos, estos compuestos presentan la mayor importancia en cuanto a su posible efecto detrimental en la alimentación animal en las condiciones de pastoreo bajo este sistema.

Cuadro 2. Metabolitos secundarios y consumo relativo de algunas plantas del bosque deciduo tropical en la época de lluvias

Especie	Nombre común	Familia	Parte	Metabolito †					CR ‡	
				Fn	TC	Sap	Cn	Alc	Bov	Cap
Acacia flexuosa	Cují hediondo	Leguminosae (Mimosoide)	Hoja	+++	+	-	+++	-	N	N
Acacia glomerosa	Tiamo	Leguminosae (Mimosoide)	Hoja	++	++	+	++	-	E	E
Acacia macracantha	Cují negro Cují hediondo	Leguminosae (Mimosoide)	Hoja	++	+++	+	+++	+	B	E
Acacia tortuosa	Cují torcido	Leguminosae (Mimosoide)	Hoja	+	-	++	++	++	B	E
Axonopus anceps	Paja burrera	Graminae	Hoja	+	+	-	-	-	E	B
Bahuinia sp.	Urape	Leguminosae (Caesalpinoide)	Hoja	+++	-	-	-	-	B	B
Banisteriopsis cornifolia	Picopico	Malpighiaceae	Hoja	++	-	+	-	+	N	N
Bourreria cumanensis	Guatacaro	Boraginaceae	Hoja	+++	++	-	+	+	B	E
Byrsonima crassifolia	Chaparro	Malpighiaceae	Flor	+++	++	+	-	+	B	N
Caesalpinia coriaria	Dividive	Leguminosae (Caesalpinoide)	Fruto	+++	-	+	++	+	E	E
Caesalpinia granadillo	Granadillo	Leguminosae (Caesalpinoide)	Fruto	+++	-	+	++	+	E	E
Calliandra crugeri	Cacho de venado	Leguminosae (Mimosoide)	Hoja	+++	+++	++	-	+	B	E
Casearia hirsuta	Espuela de gallo (Cigarrón)	Flacourtiaceae	Hoja	+	-	+	-	-	B	B
Cassia occidentalis	Brusca hembra	Leguminosae (Caesalpinoide)	Hoja	+	+	-	-	-	N	N
Centrosema sp.	Bejuquillo	Leguminosae (Faboide)	Hoja	-	-	-	-	++	E	E
Copernicia tectorum	Palma llanera	Palmae	Hoja	+	++	-	-	-	E	E
Cordia sp.	Caujaro Tarare	Boraginaceae	Hoja	+++	-	-	+	-	E	E
Cordia sp.	Caujaro Tarare	Boraginaceae	Fruto	+++	-	-	-	-	E	E
Croton niveus	Carcanapire	Euphorbiaceae	Hoja	++	++	-	-	-	N	B
Erythrina velutina	Pericoco	Leguminosae (Faboide)	Hoja	++	-	-	-	+	N	N

† Fn: fenoles TC: taninos condensados Sap: saponinas Cn: cianógenos Alc: alcaloides
‡ CR: Consumo relativo. Bov: Bovino. Cap: Caprino. E: elevado B: bajo N: no observado.

.../

/...Continuación

Cuadro 2. Metabolitos secundarios y consumo relativo de algunas plantas del bosque deciduo tropical en la época de lluvias

Especie	Nombre común	Familia	Parte	Metabolito †					CR ‡	
				Fn	TC	Sap	Cn	Alc	Bov	Cap
Godmania macrocarpa	Cornicauro	Bignoniaceae	Hoja	+	-	+	-	-	N	N
Guazuma ulmifolia	Guácimo	Esterculeaceae	Hoja	-	-	-	++	-	E	E
Hecatostemun guazumaefolius	Lagunero	Flacourtiaceae	Hoja	++	++	++	++	+	N	N
Lasiasis sloanei	Carrizo	Graminae	Hoja	-	-	-	-	+	E	B
Lonchocarpus ernestii	Majomo	Leguminosae (Faboide)	Hoja	++	-	-	-	+	B	B
Machaerium arboreum	Chacarrandán	Leguminosae (Faboide)	Hoja	.	-	+	-	-	N	B
Mimosa arenosa	Ñaraulí	Leguminosae (Mimosoide)	Hoja	+	+	-	-	++	B	E
Mimosa tenuiflora	Cují negro	Leguminosae (Mimosoide)	Hoja	++	-	+	-	-	B	E
Myrospermun frutescens	Cereipo	Leguminosae (Faboide)	Hoja	-	-	-	-	+	N	E
Pereskia guamacho	Guamacho	Cactaceae	Hoja	-	-	+	-	+	B	E
Phithirusa orinosensis	Guate pajarito	Lorantaceae	Hoja	+++	++	+++	++	+	B	E
Piptadenia rubescens	Cujicillo	Leguminosae (Mimosoide)	Hoja	+++	++	++	-	+	B	B
Prosopis juliflora	Cují blanco	Leguminosae (Mimosoide)	Hoja	+	-	-	+	++	B	E
Ruprechtia hamanii	Coloraito	Polygonaceae	Hoja	++	++	-	+	++	B	E
Sida acuta	Escoba	Malvaceae	Hoja	++	-	+	-	+	E	E
Sida glomerata	Mariposa	Malvaceae	Hoja	++	-	-	-	+	B	E
Spondias mombin	Jobo	Anacardiaceae	Fruto	-	-	-	-	+	E	E
Strychnos fendleri	Cruceto	Loganiaceae	Hoja	+	-	+	-	-	N	N
Tabebuia billbergi	Acapro	Bignoniaceae	Hoja	+	-	-	-	+	E	E
Tabebuia billbergii	Acapro	Bignoniaceae	Flor	-	-	-	+	-	E	E
Tabebuia chrysantha	Araguaney	Bignoniaceae	Flor	+	-	-	-	+	E	E

† Fn: fenoles TC: taninos condensados Sap: saponinas Cn: cianógenos Alc: alcaloides
‡ CR: Consumo relativo. Bov: Bovino. Cap: Caprino. E: elevado B: bajo N: no observado

Las Sap estuvieron presentes en el 39% de todas las especies; mientras que los TC y los Cn se detectaron sólo en el 35% de los casos. La menor distribución de estos metabolitos se encuentra directamente relacionada a que cada grupo fitoquímico presenta funciones específicas, y no generales, en las plantas que los contienen (Kumar, 1992). En ese sentido, las Sap participan activamente en los procesos de regulación del crecimiento vegetal en determinados estadíos de crecimiento, y aunque muchas de ellas no son dañinas para el metabolismo de los rumiantes, le confirieren a los

forrajes sabor amargo y una menor palatabilidad. En el caso de los TC, sus características astringentes son más acentuadas en las etapas iniciales del desarrollo vegetativo y pueden disminuir el consumo voluntario e interferir en los procesos de asimilación de las proteínas y los carbohidratos (Aerts *et al.*, 1999). Los Cn constituyen típicos compuestos de defensa y las plantas sólo los sintetizan cuando se encuentran sometidas a estrés hídrico, son atacadas por plagas y/o enfermedades foliares o producto al pisoteo de los animales (García, 2003).

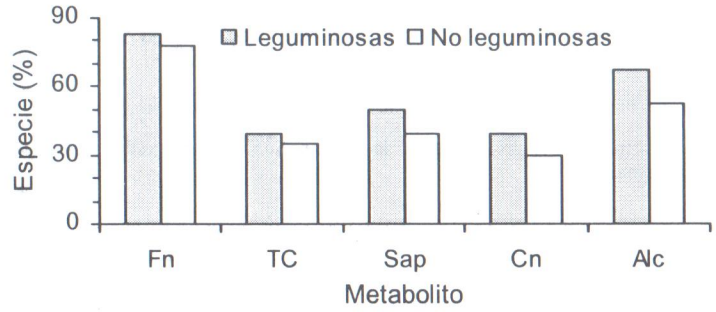

Figura 1. Distribución de los principales tipos de metabolitos secundarios en relación con la familia botánica. (Fn: fenoles TC: taninos condensados Sap: saponinas Cn: cianógenos Alc: alcaloides).

Teniendo en cuenta las combinaciones de los compuestos detectados (Figura 2) las leguminosas presentaron mayor proporción de especies con combinaciones cuádruples de compuestos; mientras que las no leguminosas se destacaron sólo por presentar elevado porcentaje de combinaciones dobles. Estas diferencias pueden ser atribuidas a que, en sentido general, las especies fijadoras de nitrógeno sintetizan una mayor diversidad de estructuras secundarias como estrategia de supervivencia más avanzada, que en el caso de las plantas pertenecientes a otras familias botánicas; en las cuales, con la formación de pocas toxinas potentes se puede lograr el efecto deseado (García, 2004a,b). Dicho proceso se ha perfeccionado con millones de años de co-evolución de las plantas con los animales herbívoros y constituye un aspecto medular para comprender las diferencias quimiotaxonómicas entre las especies vegetales y su repercusión en el plano nutricional.

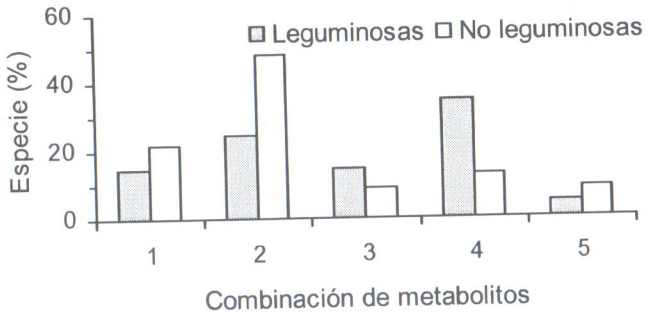

Figura 2. Porcentaje de especies según la combinación de compuestos secundarios en su biomasa.

Con relación a las especies altamente consumidas por los bovinos y caprinos la Figura 3 muestra la distribución según la presencia de cada grupo funcional. Si bien es conocido que el consumo que realizan los animales en pastoreo libre, no sólo depende de la composición química de las plantas que forman parte de su dieta; sino también de la categoría animal y sus hábitos alimentarios, la disponibilidad de material voluminoso y de factores intrínsicos de las especies tales como su arquitectura, la aparición de espinas, la rugosidad y la pubescencia de las hojas; la presencia de metabolitos secundarios en la biomasa comestible constituye un factor importante que se debe considerar para comprender la selectividad que realizan los animales, cuando se alimentan de especies arbóreas y arbustivas (Pinto *et al.*, 2003). En ese sentido se observó un amplio margen de aceptabilidad por parte de los rumiantes. El 35 % de las especies fueron bien consumidas por los bovinos y el 48 % por los caprinos, lo cual sugiere la factibilidad del uso de estas fuentes de alimento como material suplementario, la mayor capacidad de ramoneo de las cabras y la elevada diversificación que realizan de los componentes dietéticos (Baldizán, 2003).

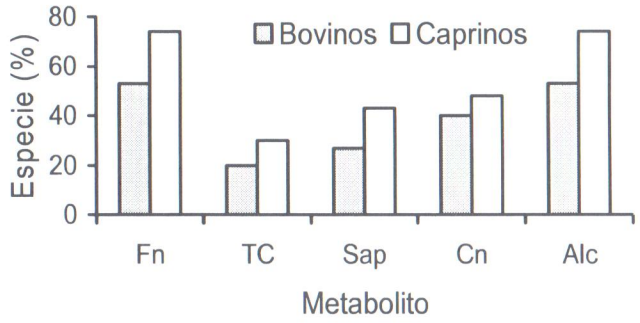

Figura 3. Distribución de las principales especies altamente consumidas según los grupos de metabolitos secundarios.

En todos los casos, los caprinos consumieron más especies que contenían mayor diversidad de compuestos secundarios en comparación con los bovinos. No obstante, se observó un patrón homogéneo en cuanto a que los Fn y Alc, seguido por los Cn y Sap fueron los metabolitos presentes en las dietas más consumidas. Al respecto, estudios bioquímicos han determinado que los rumiantes, y particularmente las cabras, se encuentran provistos de defensas fisiológicas tales como la secreción bucal de proteínas con elevadas proporciones de prolina e hidroxiprolina, la adaptación de las bacterias ruminales para degradar compuestos nitrogenados no proteicos, la conjugación de los cianuros con el azufre endógeno y la hidrólisis ácida de los glucósidos saponínicos como mecanismos para contrarrestar las elevadas dosis de Fn, Alc, Cn y Sap, respectivamente (García, 2004a).

Por su parte, la menor proporción de TC en las plantas mayormente consumidas indica que las especies que contienen este grupo de metabolitos secundarios, son menos apetecibles para los vacunos y caprinos. Asimismo, los animales consumieron con avidez aquellas plantas con poca presencia de metabolitos combinados (Figura 4). Sin embargo, los caprinos consumieron mejor las plantas con todas las combinaciones de compuestos, quizás debido a su mayor capacidad de degradar o transformar dichas estructuras mediante la acción de los microorganismos ruminales (Kumar, 1992).

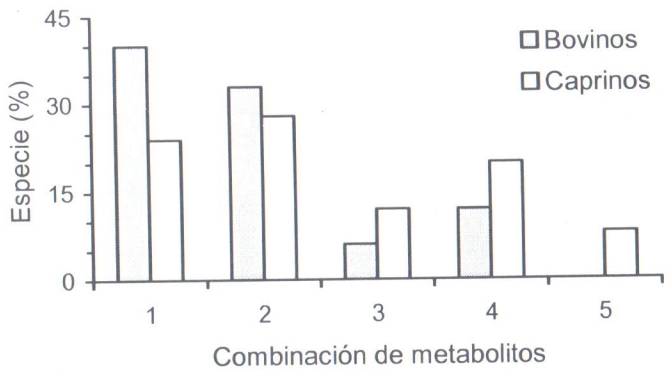

Figura 4. Porcentaje de especies altamente consumidas considerando la combinación de compuestos fitoquímicos.

Al analizar las variaciones ocasionadas por la época en la presencia de los grupos fitoquímicos, en algunas de las especies más importantes, no se observó un efecto estacional acentuado en *A macracantha*, *P. juliflora* y *A. glomerosa* (Cuadro 3). Sin embargo, *P. cassia* mostró características tánicas y saponínicas en el periodo poco lluvioso, *B. cumanesis* mayor presencia de TC, Cn y Alc en el periodo lluvioso y *Cordia* sp. propiedades cianogénicas en la lluvia. Dichas variaciones interespecíficas, sin duda, se encuentran estrechamente relacionadas con las fluctuaciones climáticas y el grado de humedad del suelo. Al respecto, estudios de ecofisiología vegetal han determinado que la respuesta, en cuanto a la biosíntesis de compuestos secundarios, se lleva a cabo a partir de estímulos sensoriales mediados por las vías de transducción de señales dependientes solamente del factor genético (Pineda, 2004); por tales motivos quizás la respuesta fue diferenciada en cada especie.

Un efecto marcado de la época en la presencia de polifenoles, cumarinas, taninos, flavonoides y esteroles han sido también señaladas por García *et al.* (2003) en variedades forrajeras de *Morus alba* de amplia distribución en Centroamérica.

Cuadro 3. Efecto época en la presencia de metabolitos secundarios en algunas especies representativas del bosque deciduo tropical (Bosque secundario)

Especie	Época†	Metabolitos‡				
		Fn	TC	Sap	Cn	Alc
A. macracantha	PLL	++	+++	+	+++	+
	PPLL	++	++	+	++	+
P. juliflora	PLL	+	-	-	+	++
	PPLL	+	+	-	+	++
A. glomerosa	PLL	++	++	+	++	-
	PPLL	++	+	++	+++	-
B. cumanesis	PLL	+++	++	-	+	+
	PPLL	+++	-	+	-	-
Cordia sp. (hojas)	PLL	+++	-	-	+	-
	PPLL	+++	-	-	-	-

† PLL: periodo lluvioso. PPLL: periodo poco lluvioso.
‡ Fn: fenoles TC: taninos condensados Sap: saponinas Cn: cianógenos Alc: alcaloides.

Con relación a la presencia de los compuestos secundarios en dependencia del tipo de bosque (Cuadro 4), *A. glomerosa* y *Cordia* sp. no mostraron diferencias respecto a la formación vegetal. No obstante, se observaron variaciones cualitativas importantes en el resto de las especies en la aparición de mayores cantidades de TC, fundamentalmente, cuando éstas se encontraban en el bosque secundario con respecto al área virgen.

Cuadro 4. Efecto tipo de bosque en la presencia de metabolitos secundarios en algunas especies típicas del bosque deciduo tropical en la época de lluvias.

Especie	Tipo de bosque	Metabolitos†				
		Fn	TC	Sap	Cn	Alc
A. macracantha	Virgen	++	-	+	+	+
	Secundario	++	+++	+	++	+
P. juliflora	Virgen	++	-	+	-	++
	Secundario	+	-	-	+	++
A. glomerosa	Virgen	+++	+++	+	+++	-
	Secundario	++	++	+	++	-
B. cumanesis	Virgen	+++	-	-	+	-
	Secundario	+++	++	-	+	+
Cordia sp. (hojas)	Virgen	+++	-	-	-	-
	Secundario	+++	-	-	+	-

† Fn: fenoles TC: taninos condensados Sap: saponinas Cn: cianógenos Alc: alcaloides

Estos resultados quizás se deben a que en el bosque secundario la biomasa de las especies presentaba menor edad con respecto a la formación virgen, debido al proceso de regeneración natural que ocurre en los primeros, cuando las áreas son intervenidas. En este sentido, algunas investigaciones apuntan a que las especies arbóreas que contienen polifenoles en su fracción comestible (TC y taninos hidrolizables) presentan mayores concentraciones en la etapa juvenil de su desarrollo vegetativo como estrategia de defensa frente a la depredación de los herbívoros (Brooks y Owen-Smith, 1994; Mochiutii, 1995).

Al analizar el efecto de la localización en la presencia de compuestos secundarios (Cuadro 5), se observaron variaciones cualitativas en *A. macracantha* y *P. juliflora* para todos los grupos de metabolitos, aspecto que quizás estuvo condicionado por las diferenciadas características edafoclimáticas de cada finca muestreada. En este sentido, los Fn y Cn estuvieron presentes de forma independiente a la zona muestrea, en cambio el resto de los grupos exhibieron variaciones acentuadas. Al respecto Makkar y Becker (1998), en estudios realizados en regiones contrastantes del mundo (bosque húmedo subtropical, sabanas secas y laderas frías), determinaron que la altitud; así como las características del suelo y el clima en los cuales se desarrollan algunos árboles y arbustos (*Albizia* sp., *Morus* sp. y *Acacia* sp.), influyen notablemente en la presencia y actividad de algunos metabolitos secundarios de elevada distribución natural. Sin embargo, Mamiam *et al.* (2006) determinaron en especies del género *Clusia* que la presencia de TC y quinonas no se ve afectada por las condiciones edáficas. No obstante, los flavonoides, Sap y triterpenoides presentan variaciones cualitativas acentuadas en función al grado de acidez del suelo.

Cuadro 5. Presencia de grupos secundarios en relación a la finca de muestreo en el bosque deciduo tropical (Bosque secundario).

Especie	Finca	Metabolitos †				
		Fn	TC	Sap	Cn	Alc
A. macracantha	Uverito	+++	-	++	+	-
	La Tigana	++	-	+	+	++
	Santa Rosalía	+	+++	-	+++	-
	Represa	++	+++	+	+++	+
P. juliflora	Uverito	+++	-	++	+	-
	La Tigana	++	-	+	-	++
	Santa Rosalía	+	+++	-	+++	-
	Represa	+	-	-	+	++

† Fn: fenoles TC: taninos condensados Sap: saponinas Cn: cianógenos Alc: alcaloides

Dado la divergencia de los resultados sobre el efecto de la ubicación geográfica en la presencia de metabolitos secundarios en árboles forrajeros, y que en la mayoría de los experimentos publicados no se ha definido el grado de madurez de las plantas y el estado fenológico, se hace muy difícil comparar los resultados y establecer patrones fitoquímicos que caractericen, de manera invariante, a cada especie. No obstante, en la medida que los estudios sean encaminados a determinar el efecto de varios factores, de manera conjunta, se podrá dilucidar con exactitud las posibles propiedades antinutritivas de cada fuente de alimento.

CONCLUSIONES

Las especies analizadas del bosque deciduo tropical de los Llanos Centrales de Venezuela contienen indistintamente en su biomasa Fn, TC, Sap, Cn y Alc, de los cuales los Fn y Alc presentan la más amplia distribución y requieren mayor atención en cuanto a sus posibles propiedades antinutricionales. La presencia de compuestos secundarios en *A. glomerosa*, *B. cumanesis* y *Cordia* sp. son afectados por la época y el tipo de bosque. En *A. macracantha* y *P. juliflora* no se observó un marcado efecto estacional; no obstante, el tipo de bosque y la localización de cada especie influyeron drásticamente en los resultados fitoquímicos.

LITERATURA CITADA

Abdulrazak S. S., T. Fujihara, J. K. Ondiek y E. R. Ørskov. 2000. Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. Anim. Feed Sci. Technol., 85: 89-98.

Aerts R. J., T. N. Barry y W. C. McNabb. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. Agric., Ecosys. Environ., 75:1-12.

Baldizán A. 2003. Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas, Postgrado en Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

Brooks R. y N. Owen-Smith. 1994. Plant defenses against mammalian herbivores: are juvenile Acacia more heavily defended than mature trees? Bothalia, 24: 211-215.

Cutler D. F. 1988. Applied Plant Anatomy. Longman. London & New York.

Espinoza F. 1996 Producción, valor nutritivo y consumo de Leucaena leucocephalla (Lam.) de Wit por ovinos en Maracay. Tesis de Maestría. Postgrado en Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

Galindo W., M. Rosales, E. Murgueitio y J. Larrahondo. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros. Livestock Res. Rural Develop., 1(1): Disponible online en: http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd1/1/mauricio.htm

García D. E. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de Morus alba (Linn.). Tesis de Maestría, EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.

García D. E. 2004a. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. Pastos y Forrajes, 27(2): 101-111.

García D. E. 2004b. Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. Pastos y Forrajes, 27: 1-12.

García D. E., F. Ojeda e I. Montejo. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de Morus alba (Linn.). I Análisis cualitativo de metabolitos secundarios. Pastos y Forrajes, 26: 335-346.

González E. y O. Cáceres. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otros plantas forrajeras para los rumiantes. Pastos y Forrajes, 25: 15-19.

Granado N. 1989. Dieta del venado caramerudo (Odocoileus virginianus gymnotis) en El Socorro, Guárico. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas..

Kaitho R. J., N. N. Umunna, I. V. Nsahlai, S. Tamminga y J. Van Bruchem. 1997. Utilization of browse supplements with varying tannin levels by

Ethiopian Menz sheep. I. Intake, digestibility and live weight changes. Agrofor. Sys., 39: 145-149.

Kumar R. 1992. Antinutritional factors. The potential risks of toxicity and the methods to alleviate them. En Speedy A.W. y P.L. Pugliese (Eds). Legumes Trees and Other Fodder Trees as Protein Source for Livestock. FAO Animal Production and Health Paper No. 102. pp. 145-160.

Larbi A., J. W. Smith, A. M. Raji, I. O. Kurdi, I. O. Adekunie y P. Lapido. 1997. Seasonal dynamic in dry matter degradation of browse in cattle, sheep and goats. Small Rum. Res., 25: 129-133.

Makkar H. P. S. y K. Becker. 1998. Do tannins in leaves of trees and shrubs from Africa and Himalayan regions differ in level and activity? Agrofor. Sys., 40(1): 59-68.

Mamian L. V., M. T. Rodríguez, J. T. Muñoz y G. Varona. 2002. Efecto edáfico sobre la síntesis de metabolitos secundarios en Clusia sp., jardín botánico de Popayán, Cauca-Colombia. Memorias VIII Congreso Latinoamericano y II Congreso Colombiano de Botánica. Universidad Nacional de Colombia, Asociación Latinoamericana de Botánica y Asociación Colombiana de Botánica. Cartagena, Colombia.

Metcalfe C. y L. Chalk. 1979. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. 1. 2da ed. Clarendon Press, Oxford.

Mochiutti S. 1995. Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico húmedo. Tesis Magister Scientiarum. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Pineda M. 2004. Resúmenes de Fisiología Vegetal. Servicios de publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

Pinto R., H. Gómez, A. Hernández, F. Medina, B. Martínez, V.H. Aguilar, I. Villalobos, J. Nahed y J. Carmona. 2003. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. Pastos y Forrajes, 26: 329-334.

Pinto R., L. Ramírez, J.C. Kú-Vera y L. Ortega. 2002. Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. Pastos y Forrajes, 25: 171-180.

Rosales, M. 1998. Avance en el uso de la diversidad forrajera tropical para la alimentación de bovinos. En Clavero T. (Ed.) Estrategias de Alimentación para la Ganadería Tropical. Astro Data, pp. 89-90.

Schwartz C. C., J. G. Nagy y R. Rice. 1977. Pronghorn diets relative to forage availability in Colorado. J. Wildl. Manage., 41: 161-169.

Sotelo A., E. Contrera y S. Flores. 1995. Nutritional value and content of antinutritional compounds and toxics in ten wild legumes of Yucatan Peninsula. Plant Food, 47:115-123.

Varona G. 2006. Análisis cualitativo de metabolitos secundarios en ocho especies de Araceas del jardín botánico de Popayán. Memorias VIII Congreso Latinoamericano y II Congreso Colombiano de Botánica. Universidad Nacional de Colombia, Asociación Latinoamericana de Botánica y Asociación Colombiana de Botánica. Cartagena, Colombia.

Virgüéz G. 1993. Estudio de tres especies forrajeras nativas de las zonas áridas de Venezuela utilizadas en la dieta de caprinos. Tesis de Maestría. Postgrado en Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay.

Virgüéz G. y E. Chacón. 1996. Especies arbustivas de potencial forrajero utilizables por caprinos. Algunas experiencias del uso en Venezuela. I Curso "Manejo Alimentario de Ovinos y Caprinos a Pastoreo" Universidad Rómulo Gallegos, San Juan de Los Morros, Guarico. pp. 61-89.

Zootecnia Trop., 24(3): 233-250. 2006

Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros

Danny E. García[1]* y Maria G. Medina[2]

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la composición química, los niveles de metabolitos secundarios, el valor nutritivo y la aceptabilidad del follaje de diez leguminosas forrajeras (*Albizia caribaea, Albizia lebbeck, Cassia fistula, Cassia grandis, Pithecellobium dulce, Pithecellobium saman, Gliricidia sepium, Leucaena macrophylla, Lysiloma latisiliquum* y *Enterolobium contortisilicum*) se llevó a cabo una investigación con un diseño totalmente aleatorizado con cinco réplicas en el estado Trujillo, Venezuela. La composición bromatológica presentó variaciones sustanciales entre las especies (P<0,05). *C. grandis* (5,61%) y *L. latisiliquum* (5,70%) mostraron los niveles más sobresalientes de polifenoles totales, *L. latisiliquum* presentó concentraciones importantes de taninos totales, taninos condensados y taninos hidrolizables (5,32; 5,25 y 0,65%, respectivamente); mientras que *C. grandis* se destacó por contener el mayor nivel de taninos que precipitan las proteínas (3,64%). *A. caribaea* (3,50%) y *P. saman* (3,85%) exhibieron cantidades considerables de saponinas y *A. lebbeck* niveles significativos de alcaloides (0,51%). Los mayores potenciales de degradación de la MS correspondieron con *A. lebbeck* (84,1%) y *G. sepium* (84,0%). La proteína de *G. sepium* se degradó más rápidamente; mientras que *P. dulce* exhibió la degradación postruminal del nitrógeno más elevada (66,7%). Las especies con mayores concentraciones de metabolitos polifenólicos y saponinas fueron menos ramoneadas por los ovinos. Los follajes de todas las leguminosas estudiadas presentan aceptable calidad nutritiva. Sin embargo, de forma integralmente, *A. lebbeck*, *P. dulce, G.*

[1] Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel", Universidad de los Andes, estado Trujillo, Venezuela. *Correo electrónico: dagamar8@hotmail.com

[2] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental del Estado Trujillo, Pampanito, estado Trujillo, Venezuela.

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

sepium y *E. contortisilicum* muestran las mejores potencialidades como alimento suplementario para los rumiantes.

Palabras clave: fitoquímica, tóxicos, leguminosas, especies forrajeras.

Chemical composition, secondary metabolites, nutritive value and relative acceptability of ten fodder trees

SUMMARY

In order to determinate the chemical composition, secondary metabolites level, nutritive value and acceptability of ten fodder legumes (*Albizia caribaea, Albizia lebbeck, Cassia fistula, Cassia grandis, Pithecellobium dulce, Pithecellobium saman, Gliricidia sepium, Leucaena macrophylla, Lysiloma latisiliquum* y *Enterolobium contortisilicum*), an experiment was carried out using a total randomize arrangement with five replications in Trujillo state, Venezuela. Significant difference were observed regarding bromatological composition (P<0,05). *C. grandis* (5,61%) and *L. latisiliquum* (5,70%) showed the highest total polyphenols level, *L. latisiliquum* important concentrations of total tannins, condensed tannins and hydrolysable tannins (5,32; 5,25 y 0,65%, respectively) and *C. grandis* the biggest level of precipitant protein tannins (3,64%). *A. caribaea* (3,50%) and *P. saman* (3,85%) showed considerable quantities of saponins and *A. lebbeck* superior alkaloids level (0,51%). The highest DM degradation corresponded to *A. lebbeck* (84,1%) and *G. sepium* (84,0%). *G. sepium* showed high protein degradation rate; while *P. dulce* presented important postruminal nitrogen degradation (66,7%). Species with biggest concentration of polyphenolic compounds and saponins were moderately our not browsed for sheep. The foliages of all studied legumes showed acceptable nutritive quality. However, in general, *A. lebbeck, P. dulce, G. sepium* y *E. contortisilicum* showed the best potentiality as supplementary feeding for ruminant.

Key words: Phytochemistry, toxics, legumes, fodder species.

INTRODUCCIÓN

A raíz del déficit alimentario y la crisis económica mundial, los países latinoamericanos han tenido que incursionar en otras estrategias de alimentación para incrementar la producción animal en las condiciones

tropicales; específicamente ofertándole al ganado una mayor cantidad de proteína y minerales que, en sentido general, se encuentran de forma deficitaria en los pastos.

En este sentido, el follaje de los árboles ha tenido un papel protagónico por sus considerables niveles de proteína y aceptable valor nutritivo (García, 2003).

Existen muchas especies con potencial forrajero, entre las que se destacan las integrantes de la familia *Leguminosae* por su excelente producción de biomasa en el periodo seco y naturaleza multipropósito. Asimismo, en América Continental y el Caribe, algunas de las leguminosas forrajeras de mayor importancia lo constituyen las especies pertenecientes a los géneros *Albizia, Cassia, Pithecellobium, Leucaena, Lysiloma* y *Enterolobium.*

Debido a las perspectivas y bondades de estas plantas para la ganadería tropical, se precisa conocer las particularidades esenciales de su composición fitoquímica, el valor nutritivo y su repercusión en la aceptabilidad, por parte de los rumiantes, para poder establecer las principales ventajas y limitaciones en el uso de cada leguminosa.

Por tales motivos, el presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación de la composición bromatológica, la cuantificación de los grupos de metabolitos secundarios mayoritarios, la determinación de algunos indicadores del valor nutritivo, y la estimación de la aceptabilidad por ovinos en *Albizia lebbeck* (Benth.), *Albizia caribaea* Britton & Rose C. (Urban), *Cassia grandis* (L.), *Cassia fistula* (L.), *Pithecellobium dulce* Roxb (Benth.), *Pithecellobium saman* Jacq. (Benth.), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Leucaena macrophylla* (Benth.), *Lysiloma latisiliquum* (Benth.) y *Enterolobium contortisilicum* (Vell.) Morong.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de muestreo

La recolección del material vegetal se realizó en el área forrajera de la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel" (Operadora Agrícola Universitaria) de la Universidad de los Andes en el municipio Pampán, estado Trujillo, Venezuela. El muestreo se llevó a cabo en cinco parcelas de 10 x 10 m, las cuales contenían las especies a evaluar,

podadas cada ciento ochenta días a 0,5 m sobre el nivel del suelo. La precipitación anual en la zona de muestreo fue de 1674 mm y la temperatura media de 28 grados Celsius.

Recolección y preparación de las muestras

La fracción comestible (hojas y tallos tiernos) de *A. lebbeck*, *A. caribaea*, *C. grandis*, *C. fistula*, *P. dulce P. saman*, *G. sepium*, *L. macrophylla*, *L. latisiliquum y E. contortisilicum* fue colectada, en igualdad de condiciones experimentales, a partir de plantas de cinco años de edad en el mes de febrero de 2004 a las 8:00 a.m. Todo el material se llevó de forma inmediata al laboratorio y se secó a temperatura ambiente, en un local ventilado y oscuro, durante nueve días. Posteriormente las muestras fueron molidas y tamizadas a través de una malla de 1 mm, y se almacenaron en frascos de vidrio apropiados para los análisis.

Análisis de laboratorio

Bromatología

A cada muestra se le determinó el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fósforo (P) y ceniza mediante las metodologías propuestas por la AOAC (1990). La fracción fibrosa se cuantificó según los protocolos descritos por Van Soest *et al.* (1991) y los carbohidratos solubles (CHS) por la técnica de la Antrona/H_2SO_4 con lectura a 660 nanómetros (Lezcano y González, 2000).

Compuestos secundarios

La cuantificación de los polifenoles totales (FT) y tos taninos totales (TT) se realizó por el método de Folin-Ciocalteu antes y después del tratamiento de los extractos con polivinilpolipirrolidona (Makkar, 2003); mientras que la de los taninos (TPP) fue por la metodología de la albúmina de suero bovino BSA (Makkar *et al.*, 1988). La cuantificación de los taninos condensados (TC) se hizo mediante el ensayo de nButanol/HCI/Fe^{3+} (Porter *et al.*, 1986), y la de los taninos hidrolizables (TH) por hidrólisis ácida y desarrollo de color con rodanina (Makkar, 2003). Las concentraciones de alcaloides totales (AlcT) se determinaron por titulación ácida (Sotelo *et al.*, 1996) y las saponinas (Sap) mediante el desarrollo de color con vainillina/H_2SO_4 (Hiai *et al.*, 1976).

Valor Nutritivo

La degradabilidad de la MS se estimó mediante el procedimiento de las bolsas de nailon en rumen (Mehrez y Ørskov, 1977), empleando cinco bolsas (50 micra) por cada tiempo de incubación (4, 8, 16, 24, 48, 72 y 96 horas). Aproximadamente 2 g de muestra fueron incubados en el rumen de tres ovinos de la raza Merino (97,4 ± 2,65 kg de peso vivo) los cuales fueron adaptados, con anterioridad, a consumir el forraje de los árboles por treinta días, como suplemento de una dieta basal formada por heno *ad libitum* (*Cynodon mlenfluensis*), concentrado comercial (170 g/animal/día) y agua a voluntad.

Los datos de degradabilidad de la MS se ajustaron según la ecuación propuesta por Ørskov y Mc Donald (1979): $p = a + b\ (1\text{-}exp^{-ct})$ empleando para los cálculos el programa Naway®, en la cual:

p: porcentaje de degradabilidad ruminal a tiempo (t)
a: fracción degradable en el t = 0
b: fracción insoluble, pero potencialmente degradable
c: velocidad de degradación (tasa de degradación de b)

Para medir la degradabilidad ruminal de la PC se empleó el tiempo de incubación de 48 h y la digestibilidad postruminal *in vitro* de la PC (DPIVPC), a partir del residuo de las bolsas incubadas, empleando el procedimiento de los tres pasos (uso de pepsina y pancreatina) descrito por Calsamiglia y Etern (1995).

Prueba de aceptabilidad

El ensayo fue realizado en la misma zona de estudio, después de tomar las muestras para el análisis fitoquímico, desde el 12 de febrero hasta el 24 de marzo de 2004.

Los ovinos utilizados para la prueba de valor nutritivo pastorearon un área de 60 x 50 m que contenía las leguminosas sembradas en hileras, asociadas con *C. mlenfluensis*, el cual presentaba una disponibilidad de 0,8 t MS/ha. Los primeros siete días se tomaron como etapa de adaptación de los ovinos a la nueva dieta y transcurrido el tiempo prefijado, desde las 8:00 a.m. hasta las 4:30 p.m., los animales fueron introducidos al lugar observando a distancia su comportamiento dentro del área de estudio. Después de retirados los animales, se procedió diariamente a contabilizar las especies consumidas. La aceptabilidad en cada caso se expresó a través de una escala cualitativa en la cual se asumieron tres niveles de preferencia (especies no ramoneadas, especies medianamente ramoneadas y especies altamente ramoneadas).

Diseño experimental y métodos estadísticos

Se empleo un diseño totalmente aleatorizado con cinco réplicas. El ANOVA se realizó utilizando la dócima de comparación de Student-Newman-Keuls (SNK) mediante el paquete estadístico SPSS 10.0 y las medias fueron comparadas para P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis bromatológico

Los resultados del análisis bromatológico se muestran en el Cuadro 1. En este sentido se observaron diferencias significativas en todos los indicadores evaluados (P<0,05). *C. fistula* y *L. macrophylla* presentaron los porcentajes más bajos de MS y las especies de *Cassia* los menores niveles de PC. No obstante, ambas concentraciones fueron superiores a 15%, la cual es elevada si se considera el avanzado estado de madurez de la biomasa (180 días).

Cuadro 1. Composición bromatológica del follaje de leguminosas tropicales.

Especie	Determinación §						
	MS	PC	FDN	FDA	CHS	P	Ceniza
				%			
A. caribaea	52,72a†	17,70b	45,12b	27,65b	9,76e	0,24c	8,92a
A. lebbeck	50,82a	19,16a	42,22bc	24,93c	13,34c	0,18d	6,86b
C. fistuca	44,12bc	16,47c	40,48c	24,10c	14,25c	0,19d	8,29a
C. grandis	52,64a	15,67c	42,83bc	22,23d	14,29c	0,25c	7,98ab
P. dulce	45,65b	19,38a	43,35bc	22,71d	16,27b	0,47b	6,46b
P. saman	47,73b	18,48b	39,47c	26,45b	15,53b	0,60a	5,65b
G. sepium	39,58d	20,01a	43,48bc	20,12e	16,72b	0,24c	9,80a
L. macrophylla	42,13c	20,58a	44,13b	21,16d	11,79d	0,15d	6,22b
L. latisiliquum	49,06b	17,87b	48,78a	32,18a	16,89b	0,20c	4,48c
E. contortisilicum	50,13a	20,20a	49,88a	33,11a	26,00a	0,16d	4,82c
EE	2,10	1,02	2,52	1,53	1,35	0,05	1,05

† Medias con letras distintas en la misma columna difieren estadísticamente mediante la dócima de comparación de SNK para P<0,05.
§ MS: materia seca; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido; CHS: carbohidratos solubles; P: fósforo EE: Error estándar

Por su parte, *L. latisiliquum* y *E. cortortisilicum* exhibieron las mayores proporciones de fibra detergente neutro (FDN), y fibra detergente ácido (FDA) y los más bajos niveles de ceniza. Asimismo, *E. cortortisilicum* y *P. saman* presentaron las mayores concentraciones de CHS y fósforo, respectivamente.

Independientemente de las diferencias estadísticas encontradas en los indicadores bromatológicos, todas las especies presentaron una composición química, en términos generales, adecuada para ser utilizadas como suplemento en la nutrición de los rumiantes.

En este sentido, los niveles de MS, PC, FDN y cenizas fueron similares y en algunos casos superiores por varias unidades porcentuales a los informados en otras leguminosas arbóreas del trópico americano (Pinto *et al.*, 2003).

Teniendo en cuenta que todas las leguminosas se encontraban en igualdad de condiciones experimentales, fundamentalmente, en cuanto a edad y estado fenológico, las diferencias numéricas encontradas en la composición se encuentran estrechamente relacionadas con las particularidades genéticas de cada planta, aspecto que se refleja en la absorción diferenciada de nutrimentos y la conversión de las sustancias sintetizadas mediante la fotosíntesis (Pineda 2004).

Con relación a la cantidad de PC, los niveles coinciden con las informadas en la mayoría de las arbóreas forrajeras y específicamente con las reportadas por Pedraza *et al.* (2003) en *A. lebbeck*, *P. saman*, *Erythrina variegata*, *Erythrina berteroana*, *Leucaena leucocephala* y *G. sepium*, por El Hassan *et al.* (2000) en especies de *Acacia*, y con las descripciones realizadas por Baldizán (2003) en especies pertenecientes al centro norte llanero de Venezuela.

Niveles de metabolitos secundarios

Los resultados en la determinación de los compuestos secundarios mayoritarios se muestran en el Cuadro 2. *C. grandis y L. latisiliquum* presentaron las concentraciones más elevadas de FT; mientras que en el resto de las leguminosas los valores oscilaron entre 2,20 y 4,01%, los cuales no se consideran tóxicos para los rumiantes en condiciones de suplementación con fuentes arbóreas que contengan dicho grupo de compuestos (Makkar, 2003).

Cuadro 2. Niveles de metabolitos secundarios en árboles forrajeros tropicales

Especie	Metabolitos §						
	FT[1]	TT	TPP	TC	TH	Sap	AlcT
				%			
A. caribaea	2,41d†	2,82c	0,68e	2,33d	0,16c	3,50a	0,40b
A. lebbeck	2,25d	0,46e	0,35e	0,30e	0,11c	1,28d	0,51a
C. fistuca	3,10c	2,87c	3,37a	4,79b	0,12c	1,35d	0,30b
C. grandis	5,61a	3,59b	3,64a	4,70b	0,28b	1,62c	0,32b
P. dulce	2,96c	2,62c	1,63c	4,54b	0,04d	1,78c	0,05d
P. saman	2,53c	1,42d	0,82d	2,03d	0,06d	3,85a	0,16c
G. sepium	2,22d	0,46e	0,41e	0,40e	nd	1,73c	0,04d
L. macrophylla	4,01b	3,72b	2,21b	3,45c	0,08d	1,85c	0,34b
L. latisiliquum	5,70a	5,32a	0,91d	5,25a	0,65a	1,82c	0,05d
E. contortisilicum	2,20d	2,22c	0,79d	2,18d	0,32b	2,15b	0,06d
EE	0,43	0,51	0,32	0,36	0,03	0,35	0,06

† Medias con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente mediante la dócima de comparación de SNK para P<0,05

§ FT: polifenoles totales; TT: taninos totales; TPP: taninos que precipitan las proteínas, como equivalente de ácido tánico; TC: taninos condensados, como equivalente de leucocianidina; TH: taninos hidrolizables, como equivalente de ácido gálico; Sap: saponinas, como equivalente dediosgenina; AlcT: alcaloides totales. nd: no detectado. EE: Error estándar.

Si bien es conocido que en experimentos de cuantificación de compuestos fenólicos es difícil comparar los resultados con los obtenidos por otros autores, debido a procedimientos disímiles, los niveles de FT en las leguminosas estudiadas coinciden con los de la mayoría de los árboles y arbustos de mayor distribución tropical y subtropical (Valerio, 1994; Makkar *et al.*, 1996).

Al comparar las nuestras con determinaciones realizadas con la misma técnica analítica (Valerio, 1994; Makkar *et al.*, 1997; Makkar, 2003), los resultados sitúan a las especies evaluadas como plantas cuyos contenidos de FT son similares a los de las principales leguminosas empleadas para la producción animal en el Caribe (García, 2003). Sin embargo, sus concentraciones son inferiores a las exhibidas por algunas de las especies del género *Acacia*, las cuales presentan niveles de FT superiores a 8% (Abdulrazak *et al.*, 2000). En ese sentido, a excepción de *C. grandis* (5,61%), los contenidos de FT encontrados no superan los límites críticos en los cuales ocasionan daños al buen funcionamiento digestivo de los poligástricos y afectan la población de microorganismos ruminales (Makkar 2003).

Por otra parte, el nivel de TT en *L. latisiliquum* (5,32%) fue muy elevado y significativamente superior al resto de las arbóreas estudiadas,

sobrepasando la concentración en la cual se afecta la formación de ácidos grasos volátiles en pequeños y grandes rumiantes. Asimismo, los contenidos en *C. grandis* (3,59%) y *L. macrophylla* (3,72%), cuyos niveles se consideran intermedios, se encentraron en el límite crítico reportado en pruebas *in vitro*, en el cual los taninos comienzan a causar efectos irreversibles en la nutrición animal. *A. caribaea*, *C. fistula*, *P. dulce* y *E. contortisilicum* exhibieron valores inferiores y *A. lebbeck y G. sepium* las concentraciones más bajas de todas los follajes evaluados.

Sin embargo, los niveles de taninos con actividad biológica, expresada como la proporción de polifenoles con características precipitantes (TPP), no presentaron una relación directa con las concentraciones de TT en todas las especies. Aunque en *L. latisiliquum* se observó la mayor concentración de taninos, dichos polifenoles no presentan afinidad por las proteínas. Al respecto se ha sugerido que esta condición tiene relación con el elevado peso molecular o con los grupos hidroxilos de sus unidades que se encuentran impedidos estéricamente, imposibilitándole su interacción con las macromoléculas proteicas (Makkar y Becker, 1994; 1998). Sin embargo, en el caso de *A. lebbeck*, las especies de *Cassia* y *G. sepium*, aunque los TT se encuentran en menor proporción, exhiben marcadas propiedades precipitantes, lo cual es un elemento positivo a considerar, exceptuando a las leguminosas del género *Cassia*.

Estos resultados coinciden con lo expresado por Makkar (2003) con relación a que el análisis individual de las concentraciones de FT y TT, sin tener en cuenta la capacidad de los polifenoles para precipitar las proteínas (TPP), no es un indicador fidedigno para estimar las propiedades antinutricionales de las especies que contienen polifenoles. Desde el punto de vista nutricional este indicador tiene gran importancia, ya que las concentraciones de los TPP en todas las especies estudiadas (excepto en *C. grandis* y *C. fistula*) se encuentran en el rango en el cual no se afecta el metabolismo del rumen y aumenta la posibilidad de formación de proteínas sobrepasante, facilitando así la digestibilidad postruminal de la proteína (Aerts *et al.*, 2003).

Asimismo, los contenidos de TPP encontrados en las dos especies de *Cassia* fueron superiores a las encontradas en *Cassia siame*, la cual es una arbórea promisoria para las regiones desérticas (Aregheore *et al.*, 1998).

Con relación a los valores de TC, *L. latisiliquum* también exhibió el mayor nivel. No obstante, las concentraciones en el resto de las arbóreas oscilaron entre 0,30 y 4,79%; las cuales coinciden con el rango informado por Lamers *et al.* (1996) al evaluar los niveles de este grupo de metabolitos

en las especies suptropicales *Alysicarpus* sp. y *Ovalifolius* sp. y las reportadas por Makkar *et al.* (1997) en semillas de leguminosas forrajeras. Las concentraciones de TC en las especies de *Cassia*, *P. dulce* y *L. macrophylla* fueron similares a los reportados en *Acacia nilotica* y *Garcinia indica* e inferiores a los niveles de *Madhuca indica* y *Panicum miliaceun* en Europa y Asia (Makkar, 2003).

No obstante, en sentido general, la concentración de TC en todas las especies, excepto en *L. latisiliquum*, se encontraron en el rango en el cual los TC causan efectos beneficiosos en la nutrición de los animales poligástricos (Aerts *et al.*, 1999).

Por otra parte, *L. latisiliquum* presentó el mayor contenido de TH, las especies de *Albizia* y *C. fistula* los más bajos y en *G. sepium* no fueron detectados. En este sentido, los niveles fueron inferiores a los informados en *Acacia giraffae* (1,6%), *Calliandra calothyrsus* (2,0%) y *Eucalyptus macrophylla* (3,6%), especies que exhiben elevadas concentraciones de estos metabolitos y que son poco consumida por los bovinos y ovinos (Makkar, 2003).

Estos taninos también se pueden unir a las proteínas, afectar la fermentación y causar efectos adversos similares a los TC cuando se suministran en grandes cantidades. Sin embargo, la baja proporción de TH en la mayoría de las especies, con respecto a los TC, le confiere menor importancia desde el punto de vista antinutritivo.

Al analizar los niveles de Sap, la concentración de *A. caribaea* y *P. saman* es muy elevada si se compara con las exhibidas por algunas de las especies empleadas en los sistemas silvopastoriles tales como *Pithecellobium* sp. y *Acacia* sp. (Hess *et al.*, 2003). No obstante, los niveles en ambas plantas son inferiores a la informada en la legumbre de *Sapindus saponaria* (12%), especie que clásicamente presenta un contenido muy superior de estos compuestos y que afecta drásticamente la población de protozoos a nivel ruminal. La concentración en *E. contortisilicum* (2,15%) se puede considerar intermedia, y el resto de los niveles pueden ser clasificados como bajos, coincidiendo con las informado por Makkar *et al.* (1997) al evaluar las concentraciones de estos glucósidos en un amplio número de variedades de *Vicia faba* mediante la misma técnica analítica empleada en esta investigación.

Considerando que las Sap generalmente son compuestos inhibidores del consumo voluntario, por presentar sabor amargo; tienen propiedades espumantes y hemolíticas y constituyen interferencias en la absorción

intestinal cuando los niveles son cuantiosos (García, 2004). La fracción comestible de *A. caribaea* y *P. saman* debe ser utilizada con precaución, cuando estas especies sean empleadas como fuente suplementaria de proteína en los sistemas de alimentación. Sin embargo, se necesitan realizar mediciones de otros indicadores que describan sus propiedades biológicas, tales como la afinidad por grupos de eritrocitos específicos y el patrón de aglutinación, para poder dilucidar su verdadero efecto en la fisiología digestiva.

Por otra parte, en *A. lebbeck* se observó una cantidad importante de alcaloides (0,51%), lo que coincide con las concentraciones informadas por Sotelo *et al.* (1996) en especies del género *Erythrina*. Sin embargo, los niveles en todas las plantas evaluadas fueron similares a las concentraciones características de numerosas especies silvestres que no causan toxicidad a la fauna acompañante en Mesoamérica (Sotelo *et al.*, 1995). Por tales motivos, es importante no solo conocer los niveles de estos compuestos, sino también sus particularidades estructurales; ya que constituye otro de los factores más determinantes en su acción detrimental o inocua. Estos metabolitos, después de los polifenoles, presentan la mayor distribución en el reino vegetal, por lo que se debe profundizar en las propiedades químicas de las estructuras alcaloidales presentes en cada caso, para poder dilucidar su verdadera actividad biológica.

Valor nutritivo

Con relación al valor nutritivo de las especies evaluadas, el Cuadro 3 muestra las diferencias encontradas entre las leguminosas. Teniendo en cuenta que los resultados de la digestibilidad y la degradabilidad ruminal de los componentes dietéticos se encuentran relacionados directamente con la composición química de los forrajes y, específicamente, con los contenidos de metabolitos secundarios con propiedades antinutricionales (Larbi *et al.*, 1997), es muy importante dilucidar las particularidades de las especie estudiadas. Aun más cuando se carece de información detallada sobre la influencia de los patrones fitoquímicos en los principales parámetros del valor nutritivo.

En ese sentido, *A. lebbeck* y *G. sepium* exhibieron una degradabilidad de la MS a tiempo cero (a) y potencial de degradación significativamente superior. *L. macrophylla* presentó la mayor fracción potencialmente degradable (b) y el follaje de *G. sepium* tuvo la mayor degradación de la PC a las 48 h. En tanto, no se observaron diferencias significativas en la velocidad de degradación de los forrajes en ninguno de los casos.

Cuadro 3. Valor nutritivo del follaje de leguminosas forrajeras tropicales.

Especie	Parámetro Degradabilidad §				Deg. PC a 48 h	DPIVPC
	a	b	a+b	c		
		%		h^{-1}	%	
A. caribaea	45,3c†	16,3d	61,6c	0,071	69,2b	38,7b
A. lebbeck	61,2a	22,9c	84,1a	0,102	69,6b	36,2b
C. fistuca	27,6d	17,4b	45,0e	0,080	32,9e	16,5d
C. grandis	21,3d	16,9d	42,2e	0,092	29,6e	11,0d
P. dulce	51,7b	25,0b	76,7b	0,096	62,2b	66,7a
P. saman	41,2c	12,2e	53,4d	0,109	65,6b	31,2c
G. sepium	62,3a	21,7c	84,0a	0,106	89,7a	6,7e
L. macrophylla	13,2e	29,4a	42,6e	0,092	43,3d	12,2d
L. latisiliquum	11,1e	17,4d	28,5f	0,088	31,8e	5,5e
E. contortisilicum	41,1c	13,2e	54,3d	0,095	59,6c	39,0c
EE	7,8	2,3	5,7	0,04	6,7	5,1

† Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente mediante la dócima de comparación de SNK para P<0,05.

§ Deg.: degradabilidad de la MS; a: fracción degradable en el t=0; b: fracción insoluble, pero potencialmente degradable; (a+b): potencial de degradación; c: velocidad de degradación. DPIVPC: digestibilidad postruminal *in vitro* de la proteína cruda. EE: Error estándar.

Los relativamente elevados porcentajes de degradación de la MS, quizás se encuentren relacionados con la significativa proporción de nutrimientos solubles y la baja fracción fibrosa en las leguminosas; aspecto señalado por Pinto *et al.* (2002) al evaluar la composición química y el valor nutritivo de numerosos árboles en el sudeste de México.

Por otra parte, los porcentajes del parámetro b, en todos los forrajes, fueron inferiores a los estimados por García (2003) en especies no leguminosas con bajas concentraciones de compuestos tánicos. Sin embargo, coincide con lo informado por González y Cáceres (2002) en forrajeras típicas del trópico las cuales contienen polifenoles, Sap y taninos en su biomasa.

Aunque se observaron diferencias estadísticas acentuadas entre las especies evaluadas, el potencial de degradación de todos los forrajes fue adecuado y se encontro en el rango de otras leguminosas tales como *Leucaena*, *Erythrina* y *Acacia* (Pinto *et al.*, 2002). Dichos resultados apoyan lo expresado por numerosos autores en cuanto a la factibilidad de utilizar el follaje de los árboles con elevados niveles de nitrógeno en la alimentación de los rumiantes (Lamers *et al.*, 1996; Larbi *et al.*, 1997; El Hassan *et al.*, 2000).

Con relación a la degradación de la proteína, los resultados también coinciden con los informados en *P. dulce*, *Genipa americana*, *Erythrina goldmanii, L. leucocephala* y *Acacia milleriana*, especies con apreciables niveles de polifenoles y de amplia distribución en los sistemas agroforestales (Pinto *et al.*, 2002). No obstante, los referidos autores utilizaron un tiempo de incubación inferior (24 h).

Considerando la digestibilidad del nitrógeno no degradado en el rumen, la baja proporción digerida en las partes bajas del tracto gastrointestinal, excepto en las especies de *Albizia* y *Pithecellobium*, coincide con lo obtenido por Kaitho *et al.* (1997) en algunos suplementos fibrosos de África con elevadas proporciones de polifenoles en la biomasa.

Independientemente de los mejores resultados observados en *A. lebbeck*, *P. dulce y G. sepium*, en cuanto a su degradabilidad y digestibilidad postruminal del nitrógeno, todas las especies presentaron un aceptable valor nutritivo y pueden utilizarse, considerando sus particularidades, como suplementos para rumiantes en las condiciones tropicales.

Aceptabilidad relativa

En el Cuadro 4 se presenta el comportamiento de la aceptabilidad de las leguminosas evaluadas por parte de los ovinos. *C. fistula*, *C. grandis* y *L. latisiliquum* no fueron ramoneadas durante el tiempo de evaluación. Sin embargo, *A. caribaea*, *P. dulce* y *P. saman* fueron medianamente consumidas por los animales a partir del quinto día. Por su parte, *A. lebbeck, G. sepium, L. macrophylla* y *E. contortisilicum* fueron altamente aceptadas a partir del segundo día de introducidos los pequeños rumiantes. Al finalizar el experimento las leguminosas agrupadas en esta última categoría se encontraban totalmente defoliadas; mientras que las medianamente ramoneadas presentaban el 20% de la biomasa comestible.

Si bien es conocido que el consumo que realizan los animales en pastoreo libre no solo depende de la composición química de las plantas que forman parte de su dieta, sino también del tipo de rumiante, la categoría animal y sus hábitos alimentarios, la disponibilidad y proporción de gramíneas en el área y de factores intrínsicos de las especies, tales como su arquitectura, la aparición de espinas, la rugosidad y la pubescencia de las hojas. Los niveles de metabolitos secundarios constituyen un factor importante que se debe considerar, para comprender de forma integral la selección realizada por los animales (Pinto *et al.*, 2003).

Cuadro 4. Aceptabilidad relativa de especies forrajer

Especie	Aceptabilidad por ovinos
A. caribaea	Medianamente ramoneada
A. lebbeck	Altamente ramoneada
C. fistuca	No ramoneada
C. grandis	No ramoneada
P. dulce	Medianamente ramoneada
P. saman	Medianamente ramoneada
G. sepium	Altamente ramoneada
L. macrophylla	Altamente ramoneada
L. latisiliquum	No ramoneada
E. contortisilicum	Altamente ramoneada

En este sentido, los resultados coinciden con los obtenidos por Toral y Simón (2001) con relación a que *A. lebbeck* y especies del género *Leucaena* fueron las leguminosas más ramoneadas por bovinos en Cuba, mediante el uso de la misma metodología utilizada en esta investigación. Sin embargo, algunos autores no han encontrado relación directa entre la aceptabilidad de los forrajes ofertados y la calidad de estos, tanto en pastoreo libre como en pruebas de estabulación (Baldizán, 2003; Pinto *et al.*, 2003). Dichos resultados quizás se deben a que la evaluación de la composición química se ha basado exclusivamente en la determinación de los principales indicadores bromatológicos y, en el mejor de los casos, solamente se ha investigado la presencia o los niveles de FT y TC sin considerar otros grupos tales como los TT, TPP, Sap, TH y Alc que presentan probada acción detrimental y también se encuentran relacionados con el consumo voluntario y la aceptabilidad de los follajes arbóreos.

Específicamente el rechazo de los ovinos a *C. fistula*, *C. grandis* y *L. latisiliquum* en las condiciones experimentales no limita el uso de estas fuentes de forraje; ya que la combinación de dichos materiales con la biomasa comestible de otras plantas que contengan bajos niveles de los principales grupos de metabolitos con propiedades antinutricionales, constituye una alternativa viable para los sistemas en los cuales estas leguminosas constituyan la opción por excelencia.

CONCLUSIONES

La biomasa comestible de *A. lebbeck*, *A. caribaea*, *C. grandis*, *C. fistula*, *P. dulce P. saman*, *G. sepium*, *L. macrophylla*, *L. latisiliquum y E.*

contortisilicum presenta buena calidad bromatológica por sus elevados contenidos proteicos y baja fracción fibrosa. Sin embargo, *L. latisiliquum, C. fistula*, *C. grandis* y *L. macrophylla* exhiben apreciables concentraciones de compuestos polifenólicos y *A. caribaea*, *P. saman* y *E. contortisilicum* presentan considerables niveles de saponinas que pueden influir en el valor nutritivo y la aceptabilidad realizada por los ovinos. Independientemente de que todas constituyen buenas alternativas para la alimentación de los rumiantes, el follaje de *A. lebbeck*, *P. dulce*, *G. sepium* y *E. contortisilicum* presentan la mayor factibilidad nutricional.

LITERATURA CITADA

Abdulrazak S.S., T. Fujihara, J.K. Ondiek y E.R. Ørskov. 2000. Nutritive evaluation of some *Acacia* tree leaves from Kenya. Anim. Feed Sci. Technol., 85: 89-98.

Aerts R.J., T.N. Barry y W.C. Mc Nabb. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. Agric., Ecosys. Environ., 75: 1-12.

Ahn J., R. Elliott y B. Norton. 1997. Oven drying improves the nutritional value of *Calliandra calothyrsus* and *Gliricidia sepium* as supplements for sheep given low. J. Sci. Agric., 75: 503-510.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15ta ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C., USA. 500 p.

Aregheore E.M., H.P.S. Makkar y K. Becker. 1998. Feed value of some browse plants from Central Zone of Delta State Nigeria. Trop. Sci., 38: 97-102.

Baldizán A. 2003. Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los llanos centrales de Venezuela. Tesis Doctor en Ciencias Agrícolas, Postgrado en Producción Animal. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua, Venezuela. 288 p.

Calsamiglia S. y M.D. Etern. 1995. A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. J. Anim. Sci., 73: 1459-1564.

Cuadro 4. Aceptabilidad relativa de especies forrajer

Especie	Aceptabilidad por ovinos
A. caribaea	Medianamente ramoneada
A. lebbeck	Altamente ramoneada
C. fistuca	No ramoneada
C. grandis	No ramoneada
P. dulce	Medianamente ramoneada
P. saman	Medianamente ramoneada
G. sepium	Altamente ramoneada
L. macrophylla	Altamente ramoneada
L. latisiliquum	No ramoneada
E. contortisilicum	Altamente ramoneada

En este sentido, los resultados coinciden con los obtenidos por Toral y Simón (2001) con relación a que *A. lebbeck* y especies del género *Leucaena* fueron las leguminosas más ramoneadas por bovinos en Cuba, mediante el uso de la misma metodología utilizada en esta investigación. Sin embargo, algunos autores no han encontrado relación directa entre la aceptabilidad de los forrajes ofertados y la calidad de estos, tanto en pastoreo libre como en pruebas de estabulación (Baldizán, 2003; Pinto *et al.*, 2003). Dichos resultados quizás se deben a que la evaluación de la composición química se ha basado exclusivamente en la determinación de los principales indicadores bromatológicos y, en el mejor de los casos, solamente se ha investigado la presencia o los niveles de FT y TC sin considerar otros grupos tales como los TT, TPP, Sap, TH y Alc que presentan probada acción detrimental y también se encuentran relacionados con el consumo voluntario y la aceptabilidad de los follajes arbóreos.

Específicamente el rechazo de los ovinos a *C. fistula*, *C. grandis* y *L. latisiliquum* en las condiciones experimentales no limita el uso de estas fuentes de forraje; ya que la combinación de dichos materiales con la biomasa comestible de otras plantas que contengan bajos niveles de los principales grupos de metabolitos con propiedades antinutricionales, constituye una alternativa viable para los sistemas en los cuales estas leguminosas constituyan la opción por excelencia.

CONCLUSIONES

La biomasa comestible de *A. lebbeck*, *A. caribaea*, *C. grandis*, *C. fistula*, *P. dulce P. saman*, *G. sepium*, *L. macrophylla*, *L. latisiliquum y E.*

contortisilicum presenta buena calidad bromatológica por sus elevados contenidos proteicos y baja fracción fibrosa. Sin embargo, *L. latisiliquum, C. fistula*, *C. grandis* y *L. macrophylla* exhiben apreciables concentraciones de compuestos polifenólicos y *A. caribaea*, *P. saman* y *E. contortisilicum* presentan considerables niveles de saponinas que pueden influir en el valor nutritivo y la aceptabilidad realizada por los ovinos. Independientemente de que todas constituyen buenas alternativas para la alimentación de los rumiantes, el follaje de *A. lebbeck*, *P. dulce*, *G. sepium* y *E. contortisilicum* presentan la mayor factibilidad nutricional.

LITERATURA CITADA

Abdulrazak S.S., T. Fujihara, J.K. Ondiek y E.R. Ørskov. 2000. Nutritive evaluation of some *Acacia* tree leaves from Kenya. Anim. Feed Sci. Technol., 85: 89-98.

Aerts R.J., T.N. Barry y W.C. Mc Nabb. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. Agric., Ecosys. Environ., 75: 1-12.

Ahn J., R. Elliott y B. Norton. 1997. Oven drying improves the nutritional value of *Calliandra calothyrsus* and *Gliricidia sepium* as supplements for sheep given low. J. Sci. Agric., 75: 503-510.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15ta ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C., USA. 500 p.

Aregheore E.M., H.P.S. Makkar y K. Becker. 1998. Feed value of some browse plants from Central Zone of Delta State Nigeria. Trop. Sci., 38: 97-102.

Baldizán A. 2003. Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los llanos centrales de Venezuela. Tesis Doctor en Ciencias Agrícolas, Postgrado en Producción Animal. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua, Venezuela. 288 p.

Calsamiglia S. y M.D. Etern. 1995. A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. J. Anim. Sci., 73: 1459-1564.

El Hassan S.M., A. Lahlou., C.J. Newbold y R.J. Wallace. 2000. Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. Anim. Feed Sci. Technol., 86:27-33.

García D.E. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). Tesis Master en Pastos y Forrajes, EEPF "Indio Hatuey", Cuba. 97 p.

García D.E. 2004. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. Pastos y Forrajes, 27(2): 101-111.

González E. y O. Cáceres. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otros plantas forrajeras para los rumiantes. Pastos y Forrajes, 25(1): 15-19.

Hess H.D., M. Kreuzer, T.E. Díaz, C.E. Lascano, D.E. Carulla, C. Soliva y A. Machmuller. 2003. Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defeaunated rumen fluid. Anim. Feed Sci. Technol., 109: 79-84.

Hiai S., H. Oura y T. Nakajima. 1976. Color reaction of some sapogenins and saponins with vanillin and sulfuric acid. Planta Medica, 29(2): 116-119.

Kaitho R.J., N.N. Umunna, I.V. Nsahlai, S. Tamminga y J. Van Bruchem. 1997. Utilization of browse supplements with varying tannin levels by Ethiopian Menz sheep. I. Intake, digestibility and live weight changes. Agroforestry Systems, 39: 145-149.

Lamers J., A. Buerkert, H. P. S. Makkar, M. V. Oppen y K. Becker. 1996. Biomass production, feed economic value of fodder weeds as by–products of millet. J. Exp. Agric., 32: 317-326.

Larbi A., J. W. Smith, A. M. Raji, I. O. Kurdi, I. O. Adekunie y P. Lapido. 1997. Seasonal dynamic in dry matter degradation of browse in cattle, sheep and goats. Small Rum. Res., 25: 129-133.

Lezcano S. Q. y R. González. 2000. Metodología para la evaluación de alimentos de consumo animal. Inst. Cincia Animal, EDICA. La Habana, Cuba. 93 p.

Makkar H. P. S. y K. Becker. 1994. Isolation of tannins from trees and shrubs and their properties. J. Agric. Food Chem., 42: 731-734.

Makkar H. P. S., A.V Goodchild, A.M. Abd-El-Monein y K. Becker. 1996. Cell-constituents, tannin levels by chemical and biological assays and nutritional value of some legume foliage and straws. J. Sci. Food Agric., 71: 129-136.

Makkar H. P. S. y K. Becker. 1998. Do tannins in leaves of trees and shrubs from Africa and Himalayan regions differ in level and activity? Agroforestry Systems, 40(1): 59-68.

Makkar, H. P. S. 2003. Quantification of tannins in tree and shrub foliage. A laboratory manual. Klumer Academic Publishers. Netherlands. 102 p.

Makkar H. P. S., K. Becker, E. Abel y E. Pawelzik. 1997. Nutrient contents, rumen protein degradability and antinutritional factor in some colour- and white-flowering cultivars of *Vicia faba* beans. J. Sci. Food Agric., 45: 511-520.

Makkar H. P. S., R. K. Dawra y B. Singh. 1988. Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex. J. Agric. Food Chem., 36: 523-525.

Mehrez A. Z. y E. R. Ørskov. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci., 88: 645-649.

Ørskov E. R. y I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., 92: 499-504.

Pedraza R. M., O. La O, J. Estévez, G. Guevara y S. Martínez. 2003. Degradabilidad ruminal efectiva y digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje de leguminosas arbóreas tropicales. Pastos y Forrajes, 26(3): 237-241.

Pineda M. 2004. Resúmenes de Fisiología vegetal. Servicios de publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba, España. 204 p.

Pinto R., H. Gómez, A. Hernández, F. Medina, B. Martínez, V.H. Aguilar, I. Villalobos, J. Nahed y J. Carmona. 2003. Preferencia ovina de árboles

forrajeros del Centro de Chiapas, México. Pastos y Forrajes, 26(4): 329-334.

Pinto R., L. Ramírez, J. C. Kú-Vera y L. Ortega. 2002. Espécies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. Pastos y Forrajes, 25(3): 171-180.

Porter L. J., L. N. Hrstich y B. G. Chan. 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cianidin and delphinidin. Phytochem., 25: 223-230.

Sotelo A, E. Contrera y S. Flores. 1995. Nutritional value and content of antinutritional compounds and toxics in ten wild legumes of Yucatan Peninsula. Plant Food, 47: 115-123.

Sotelo A, M. Soto y B. Lucas. 1996. Comparative studies of the alkaloids composition of two Mexican *Erythrina* species and nutritive value of the detoxified seeds. J. Agric. Food Chem., 41: 2340-2343.

Toral O. y L. Simón. 2001. Aceptabilidad relativa de especies arbóreas forrajeras de los géneros *Leucaena* y *Albizia*. Pastos y Forrajes, 24(3): 209-216.

Valerio S. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Agroforestería en las Américas, 1:10-13.

Van Soest P. J., J. Robertson y B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci., 74: 3583-3597.

Zootecnia Trop., 24(3): 251-266. 2006

Potencial de producción de semilla de la leguminosa forrajera *Centrosema pascuorum* Mart. ex Bentham en la Mesa de Guanipa, estado Anzoátegui, Venezuela

Iraida Rodríguez[1*], Rainer Schultze-Kraft[2] y Eunice Guevara[1]

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de una colección de *Centrosema pascuorum*, valorando en una primera fase la producción de semilla y algunos atributos fenológicos, se realizó un experimento en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Anzoátegui, localizado en El Tigre, Venezuela. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos (accesiones) y cuatro repeticiones. Las doce accesiones provienen de Venezuela, Brasil, Ecuador, Panamá y Paraguay y son representativas de la distribución natural de la especie. Los datos de producción de semilla se analizaron según el modelo para bloques completos al azar y completamente aleatorizado para análisis de datos de germinación y peso de 100 semillas, comparando las medias, en ambos casos, según la Prueba de Tukey. Se utilizó el intervalo de confianza para agrupar las accesiones en precoces, intermedias y tardías, respecto a floración y fructificación. Se determinó el grado de asociación entre las variables mediante correlaciones lineales simples de Pearson, utilizando solamente los promedios de los parámetros evaluados. Los resultados demuestran que en la Mesa de Guanipa existen condiciones edafoclimáticas adecuadas para la producción de semilla de la mayoría de las accesiones evaluadas, destacándose las accesiones CIAT 5177, 5533 y 25162 por los mayores valores. Las accesiones Venezolanas son de floración precoz a intermedia, de semillas pequeñas, moteadas y con germinación moderada. La característica de floración tardía del testigo australiano, cv Bundey (CIAT 5289) representa

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Anzoátegui, El Tigre, Anzoátegui, Venezuela. *Correo electrónico: irodriguez@inia.gob.ve

[2] Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania.

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

una ventaja para la zona, dada la posibilidad de disponer de forraje a finales del período lluvioso, además de producir cantidades aceptables de semilla. Sin embargo, es necesario complementar este trabajo con la producción de materia seca para comparar el comportamiento total de las accesiones.

Palabras clave: *Centrosema pascuorum,* leguminosa forrajera, producción de semilla, floración.

Seed yield potential of the forage legume *Centrosema pascuorum* Mart. ex Bentham in the Mesa of Guanipa, Anzoátegui state, Venezuela

SUMMARY

An experiment was conducted at the experimental station of INIA, located in El Tigre, Anzoategui State, Venezuela, with the purpose to evaluate the agronomic performance, the seed production, and phenological atributes of a *Centrosema pascuorum* collection. A randomized block design was used with 12 treatments (germplasm accessions) and four replications. The accessions used in this experiment were collected in Venezuela, Brazil, Ecuador, Panama and Paraguay, and are representative of the natural distribution of the specie. The seed production data (g/plant, kg/ha) were analyzed according with the randomized block model an randomized model to analyzed the germination (%) and 100-seed weight (g), comparing the means of both cases using the Tukey test. The confidence interval was used to group the accessions in early, intermediate, and late with respect to flowering and fructification. The association grade was determined among the variables trough simple lineal correlation of Pearson, using the means of the parameters. The results showed that in the Mesa de Guanipa are adequate climatic and soils conditions for the seed production of many of the accessions, outstanding CIAT 5177, 5533, and 25162 with the highest values. The Venezuelan accessions have early to intermediate flowering, small and mottled seeds and moderate germination. The late flowering characteristics of the Australian cv. Bundey (CIAT 5289) represent an advantage for the zone, with the possibility to obtain forage at the end of the rainy season, besides to produce acceptable amount of seeds. However, it is necessary to complete this work with the dry matter production to compare the total performance of the accessions.

Keywords: *Centrosema pascuorum*, forage legume, seed yield, flowering.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de leguminosas forrajeras tropicales del género *Centrosema* en Venezuela ha estado circunscrita, mayormente, a especies perennes. Sin embargo, dentro del género existe la especie anual *Centrosema pascuorum* Mart. ex Bentham, ampliamente evaluada en Australia desde los años setenta y de la cual se han liberado en Australia los cultivares Cavalcade y Bundey, seleccionados para ambientes semiáridos con largos períodos de sequía y con inundaciones temporales, con buen potencial para mejorar tanto la fertilidad del suelo como la calidad del forraje en la estación seca (Clements *et al.*, 1986; McCosker, 1987; Cameron, 1991; Thiagalingam *et al.*, 1997) y tolerante de potenciales hídricos foliares muy bajos (Ludlow *et al.*, 1983). *C. pascuorum* es una especie nativa de regiones estacionalmente áridas de los trópicos de América del Sur y Central, donde la precipitación anual de los sitios de origen varia entre 350 y 1.500 mm con una marcada estación seca de 4-10 meses (Cook *et al.*, 2005). En viajes de recolección de germoplasma realizados en Venezuela, entre los años 1978 y 1986, el 5% del total de las muestras de *Centrosema* colectadas estuvo representado por *C. pascuorum* (Flores y Schultze-Kraft, 1994).

Cuando se realiza mejoramiento de materiales con potencial forrajero, generalmente los principales criterios de selección son la producción de forraje y el valor nutritivo. Aunque la producción de semilla es un criterio secundario, no resulta menos importante, ya que de ello pueden depender el establecimiento y la persistencia de la especie. En el caso de *C. pascuorum,* Australia es el único país donde se ha realizado un trabajo de mejoramiento, considerando el potencial de producción de materia seca y de semilla (Cook *et al.*, 2005) como criterios de selección, dado su característica de especie anual y la necesidad de garantizar la formación de un banco de semilla para asegurar su persistencia.

Teniendo en cuenta los atributos destacados y el demostrado potencial de *C. pascuorum* para mejorar la alimentación animal, se introdujo una colección de 12 accesiones representativas de la distribución natural, con el objetivo de evaluar su comportamiento agronómico, valorando en una primera fase la producción de semilla y algunos atributos fenológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y características de clima y suelo

El estudio se realizó en el año 2000, en el campo experimental del Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Anzoátegui, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA CIAE-Anzoátegui), localizado en El Tigre, estado Anzoátegui, a 8° 51´ N, 64° 12´ O y 265 msnm. La zona de vida corresponde a bosque seco tropical, con promedios anuales de 26,7°C de temperatura media y 1.067 mm de precipitación; el periodo lluvioso inicia a mediados de mayo y culmina a finales de octubre (Figura 1). El suelo en el sitio experimental es de textura arenosa, ácido y de baja fertilidad (Cuadro 1).

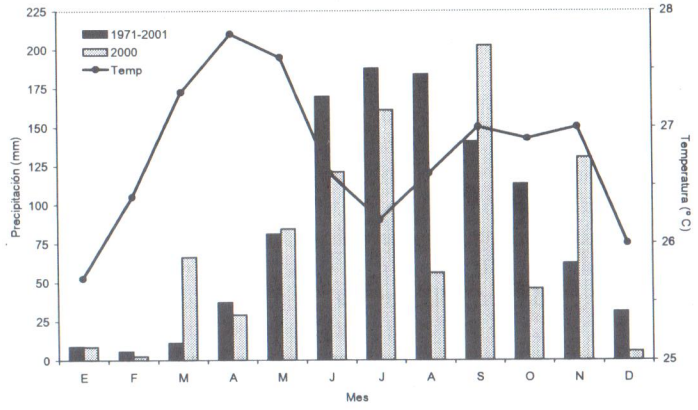

Figura 1. Precipitación y temperatura promedio mensual en el periodo 1971-2001, y precipitación promedio mensual durante el año 2000 en la estación climatológica del Tigre-CIA.

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió en una hilera de 2 m de largo, con 4 puntos de siembra distanciados a 50 cm; la separación entre hileras fue de 3 m y entre parcelas, en el hilo, 1 m.

Los tratamientos consistieron en 12 accesiones de *C. pascuorum* provenientes de Venezuela (CIAT 5177, 5187 y "El Tigre"), Brasil (CIAT 5230, 5289, 5522, 5533, 25153, 25161), Ecuador (CIAT 5287), Panamá (CIAT 15514) y Paraguay ("Chaco"). La semilla de las accesiones con número CIAT fue suministrada por la Unidad de Recursos Genéticos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. La accesión "El Tigre" fue colectada para esta investigación en la ciudad de El Tigre y la semilla de "Chaco" fue suministrada por el Dr. Albrecht Glatzle, INTTAS, Loma Plata, Paraguay (Cuadro 2). Entre las accesiones provenientes de Brasil, CIAT 5289 es el cultivar australiano Bundey y corresponde al tratamiento testigo de referencia en este estudio.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del sitio experimental para la evaluación de 12 accesiones de *Centrosema pascuorum* en El Tigre, Anzoátegui

Características	Profundidad†	
	0 - 20	20 - 40
	Cm	
Físicas		
Arena, %	88.0	84.0
Limo, %	5.6	5.6
Arcilla, %	6.4	10.4
Textura	a	a.F
Químicas		
Fósforo, ppm	5 MB	2 MB
Potasio, ppm	21 B	23 B
Calcio, ppm	60 B	60 B
Magnesio, ppm	24 B	22 B
pH 1:2,5 en agua	4.9	4.7
Cobre, ppm	0.2 B	0.04 B
Zinc, ppm	0.8 B	1.2 B
Hierro, ppm	4.0 B	5.6 B
Manganeso, ppm	20.0 A	12.8 A

†Las abreviaturas significan: a = arenoso; a.F = arena franca; MB = Muy bajo; B = Bajo; A = Alto.

Mediciones

Las variables medidas en cada repetición fueron:

1) Inicio de floración (días después de siembra, dds): definido como la fecha en la cual aparece la primera flor, contando los días transcurridos desde la siembra.

2) Inicio de fructificación (días después de floración, ddf): número de días transcurridos desde el inicio de la floración hasta la aparición de las primeras legumbres maduras.

3) Producción de semillas (g/planta): para estimarla se hicieron cosechas interdiarias manuales de todos los frutos maduros en toda la parcela de cada repetición, desde el momento en que comenzó la maduración, durante todo el período que duró la cosecha y considerando madura la legumbre cuyo color cambió de verde hacia marrón claro. La duración del período de cosecha de semilla dependió de cada accesión; se inició a finales del mes de septiembre y se prolongó hasta finales del mes de enero (cuatro meses). Luego, con el número de plantas por parcela se calculó la producción por planta, y considerando la densidad de siembra, también por área (kg/ha).

4) Peso de 100 semillas (g): se tomaron cuatro muestras de 100 semillas del total de semillas cosechadas por cada accesión.

5) Germinación (%): determinada en el Laboratorio de Certificación de Semilla del INIA-Anzoátegui, utilizando semilla con un año de cosechada y sin escarificar, con cuatro repeticiones de 100 semillas cada una.

Cuadro 2. Origen del germoplasma de *Centrosema pascuorum* utilizado en el experimento

Accesión CIAT	País /Suborigen	Latitud / Longitud
5177	Venezuela, Anzoátegui	09° 04' N; 64° 19' O
5187	Venezuela, Anzoátegui	10° 03' N; 65° 21' O
5230	Brasil, Piauí	05° 16' S; 42° 12' O
5287	Ecuador, Guayás	02° 48' S; 80° 23' O
5289*	Brasil, Paraiba	07° 03' S; 36° 19' O
5522	Brasil, Rio Grande do Sul	06° 14' S; 35° 12' O
5533	Brasil, Paraiba	06° 58' S; 37° 09' O
15514	Panamá, Los Santos	07° 57' N; 80° 27' O
25153	Brasil, Maranhão	04° 04' S; 45° 56' O
25162	Brasil, Mato Grosso do Sul	18° 59' S; 57° 39' O
25162	Brasil, Mato Grosso do Sul	18° 59' S; 57° 39' O
Chaco	Paraguay, Boquerón	22° 32' S; 59° 40' O
El Tigre	Venezuela, Anzoátegui	08° 53' N; 64° 14' O

* Cultivar Bundey
Fuente: Base de Datos de Pasaporte del CIAT, Unidad de Recursos Genéticos, 2000.

Manejo del sitio experimental

La preparación de suelo consistió en tres pases de rastra. La siembra se hizo a mediados de julio, utilizando semilla escarificada manualmente (incisión en una pequeña parte del tegumento), y colocando dos semillas por punto. La fertilización se hizo a los 21 dds aplicando, a un lado de cada planta, el equivalente a 50 kg/ha de P_2O_5, 50 kg/ha de K_2O, 20 kg/ha de N, 50 kg/ha de S y 41 kg/ha de MgO.

Análisis estadísticos

Los datos de producción de semilla se analizaron de acuerdo al análisis de varianza del diseño de bloques completos al azar. Los datos de porcentaje de germinación y peso de 100 semillas se analizaron según el análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado. Se utilizo el paquete estadístico SAS versión 8.2 (SAS, 1985), siguiendo el procedimiento GLM. Los valores de porcentaje de germinación se transformaron por arcoseno, para efecto del análisis. Las medias fueron comparadas utilizando la Prueba de Tukey ($P<0,05$). Respecto a la floración y a la fructificación, se utilizó el intervalo de confianza para agrupar las accesiones en precoces, intermedias y tardías. Se determinó el grado de asociación entre las variables mediante correlaciones lineales simples de Pearson, con base en los promedios de los parámetros evaluados, utilizando el mismo paquete estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Floración y fructificación

La floración empezó a partir de los 50 días y se prolongó hasta 98 días después de siembra, lo cual ocurrió entre septiembre y noviembre (Cuadro 3). El intervalo de confianza permitió agrupar las accesiones como de floración precoz ($x < 51$ dds), floración intermedia ($51 \leq x \leq 81$ dds) y floración tardía ($x \geq 82$ dds). Las accesiones de floración precoz corresponden a CIAT 5187, 5287, 25153 y Chaco; las de floración intermedia a CIAT 5177, 5230, 5533, 15514, 25162 y El Tigre, y la floración tardía a las accesiones CIAT 5289 (cv. Bundey) y 5522.

Thomson *et al.* (1997), evaluando 71 líneas de *C. pascuorum* en Australia, encontraron que la accesión más precoz inició la floración a los 51 dds y la más tardía a los 125 dds; entre las accesiones evaluadas, muchas de

las originarias de Venezuela se comportaron como de floración precoz a intermedia, lo cual coincide con el comportamiento observado en este trabajo para las accesiones CIAT 5177, 5187 y El Tigre. Del mismo modo, las accesiones CIAT 5289 (Testigo cv. Bundey) y 5522 también se ubicaron entre el grupo de floración tardía.

Cuadro 3. Inicio de floración y fructificación en doce accesiones de *Centrosema pascuorum* evaluadas en El Tigre, Anzoátegui

Accesión CIAT	Inicio de floración	Inicio de fructificación
	dds†	Ddf
5177	61	37
5187	40	51
5230	75	35
5287	50	25
5289	98	26
5522	82	23
5533	72	33
15514	75	30
25153	50	45
25162	65	22
Chaco	50	22
El Tigre	72	31
Promedio (DE)	66,7 (15,3)	30,8 (7,6)

† dds= Número de días desde siembra hasta aparición de primera flor.
Ddf = Número de días desde floración hasta aparición de primera legumbre madura.

En un estudio realizado también en Australia, sobre la fisiología de la floración y de la fructificación de cinco especies de *Centrosema*, en condiciones de invernadero, se encontró para *C. pascuorum* un fotoperíodo crítico menor o igual a 12 horas, lo cual quiere decir que la especie responde a días cortos para la expresión de la floración (González *et al.*, 1993). Las accesiones evaluadas en la Mesa de Guanipa estuvieron expuestas a días cortos desde el inicio del ensayo, ya que la siembra se realizó a mediados del mes de agosto, y en la zona ocurre una reducción de las horas luz desde el mes de junio (día más largo, de 12.5 horas) hasta llegar el mes de diciembre (11.5 horas) (Caraballo *et al.*, 2002). De manera que la inducción de la floración parece no haber estado directamente relacionada con el fotoperíodo.

El estrés hídrico también induce la floración, particularmente en especies de las zonas tropicales (Andrade, 1999), lo cual podría ser un factor determinante en este estudio, toda vez que, considerando el promedio

histórico para la zona (1.039,9 mm), el año en que se realizó el estudio este valor se redujo a 913,8 mm. (Figura 1).

El comportamiento observado en las accesiones evaluadas tiene implicaciones muy importantes, por cuanto, al ser una especie anual, el inicio de floración marca el final del ciclo de vida de la planta; por lo tanto, para las condiciones climáticas de la zona donde se realizó el estudio, resultan mas interesantes las accesiones de floración tardía, como el cultvar Bundey CIAT 5289 y 5522, ya que al inicio del período seco se dispondría de forraje verde. También se podría utilizar para la elaboración de heno, como se realiza en Australia con el cultivar Bundey (CIAT 5289), de floración tardía (Thiagalingam *et al.*, 1997; Cameron, 2005).

La fructificación se presentó entre 22 y 45 días después del inicio de la floración (Cuadro 3). Con el intervalo de confianza las accesiones se agruparon como precoces ($x < 23$ días), intermedias ($23 \leq x \leq 39$ días) y tardías ($x \geq 39$ días). Las precoces corresponden a CIAT 25162 y Chaco; las intermedias a CIAT 5177, 5230, 5287, 5289, 5522, 5533, 15514 y El Tigre, y las tardías a las accesiones CIAT 5187 y 25153. En general se observa que solamente una accesión de floración precoz (Chaco) y cinco de floración intermedia (CIAT 5177, 5230, 5533, 15514 y El Tigre) se agrupan del mismo modo para la referida variable. Las accesiones restantes no mantienen la misma tendencia y necesitaron números de días variables para empezar la maduración de frutos (CIAT 5187, 5287, 5289, 5522, 25153 y 25162). Se señala que el número de días entre eventos observables, tales como floración y maduración de frutos, puede utilizarse para caracterizar el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero, a su vez, puede constituir una mala herramienta porque las tasas de crecimiento varían con la temperatura. Por lo tanto, es mejor utilizar la acumulación del requerimiento térmico (grados-días sobre la temperatura base) que se aplica, entre otros aspectos, en la determinación del desarrollo esperado de diferentes genotipos (Azkue, 2006). Es posible que las accesiones tengan diferentes requerimientos térmicos, que se manifiesta en la variabilidad en el número de días transcurridos entre los dos eventos, lo cual lo explica la falta de correlación entre estas variables ($r = -0,05$; $P=0,87$).

Por otra parte, es posible que la accesión Chaco refleje su adaptación a épocas de crecimiento especialmente cortos por su sitio de origen de mayor latitud, donde la ocurrencia de los días cortos está mas definida, por lo cual, para las condiciones de la Mesa de Guanipa resultaría mas conveniente accesiones de floración tardía, y época de crecimiento mas largos, que sean capaces de acumular mayor cantidad de biomasa para el período seco.

Producción de semilla y componentes del rendimiento

La producción de semilla de las accesiones evaluadas varió entre 6,9 y 77,7 g/planta (45,5 a 512,8 kg/ha con base en una densidad de siembra de 6.600 plantas/ha) (Cuadro 4). Las accesiones CIAT 5177, 5533 y 25162 se destacaron con rendimientos mayores (P<0,01) a los de las accesiones CIAT 5287, 15514 y El Tigre, pero similares a los de CIAT 5187, 5230, 5289, 5522, 25153 y Chaco. También Thomson *et al.* (1997) encontraron variabilidad en el rendimiento de semilla de 71 líneas de *C. pascuorum*, desde 1 hasta 299 kg/ha y bajo las condiciones en que se desarrollo el experimento la accesión CIAT 5289 (cv. Bundey) se ubico entre las de menor producción de semilla (3 kg semilla/ha, cálculos propios). Esto contrasta con los resultados obtenidos en este trabajo, donde la referida accesión produjo 244,3 kg/ha. En esta especie se han reportado rendimientos de semilla de 250 a 1.500 kg/ha (Clements *et al.*, 1983; Stockwell *et al.*, 1986; Ferguson *et al.*, 1997; Cameron, 1996), lo que indica que las mencionadas accesiones alcanzaron valores que se ubican dentro de los valores citados.

Cuadro 4. Producción de semilla y peso de 100 semillas de doce accesiones de *Centrosema pascuorum* evaluadas en El Tigre, Anzoátegui.

Accesión CIAT	Producción de semilla		Peso de 100 semillas
	g/planta	kg/ha	g
5177	77,7 a†	512,8	0,90 f
5187	31,9 ab	210,5	0,85 f
5230	50,2 ab	313,3	1,85 c
5287	17,8 bc	82,5	2,55 a
5289	31,9 ab	244,9	2,08 b
5522	23,4 ab	154,4	1,45 d
5533	67,3 a	444,2	2,28 b
15514	6,9 c	45,5	0,93 ef
25153	28,2 ab	156,4	1,65 cd
25162	64,5 a	425,7	1,80 c
Chaco	23,3 ab	160,4	1,55 d
El Tigre	13,0 bc	858	1,13 e
Promedio	34,6	228,6	1,58
C.V.	43,6	43,6	5,14

† Valores en la misma columna seguidos con letras iguales no difieren significativamente (P<0,05) según Prueba de Tukey.

Respecto al peso de la semilla, la accesión CIAT 5287 produjo las semillas más grandes (2,55 g/100 semillas) y CIAT 5177, 5187 y 15514 las

más pequeñas (0,85 0,90 y 0,93 g/100 semillas, respectivamente) (P<0,01). Estos resultados coinciden con lo obtenido por Thomson *et al.* (1997) quienes encontraron semillas grandes en la accesión CIAT 5287 (2,8 g/100 semillas) y semillas pequeñas en accesiones originarias de Venezuela, como CIAT 5177 y 5187. Otra diferencia importante encontrada fue la diferencia en el color de la semilla entre las accesiones evaluadas, donde casi todas las accesiones procedentes de Venezuela son de color verde moteado de negro, y las de otros sitios son de color uniforme, marrones, o negras.

El peso o tamaño de la semilla es característico de cada especie, pudiendo encontrarse variaciones intraespecíficas (Andrade y Ferguson, 1991). Es sumamente importante para determinar la densidad de siembra, encontrándose una relación inversa entre peso de la semilla y número de semillas por kilogramo. En este estudio el número de semillas por kilogramo varió entre 39.000 semillas/kg en la accesión con semilla de mayor peso (CIAT 5287), hasta 118,000 semillas/kg en la accesión de semillas más pequeñas (CIAT 5187).

Germinación

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas (P<0,01) entre las accesiones, variando los porcentajes de germinación entre 8 y 62,5% (Figura 2). Los valores más altos correspondieron a las accesiones CIAT 5177 y El Tigre, siendo estadísticamente iguales a los de CIAT 15514 y 25162. Los más bajos valores se obtuvieron en las accesiones CIAT 5289 (cv. Bundey), 5287, 25153 y Chaco.

La germinación es una expresión de la viabilidad de la semilla; sin embargo, se ha señalado que en gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales puede estar enmascarada por la latencia y la dureza. En las leguminosas forrajeras tropicales se presenta con frecuencia porcentajes de semilla dura superiores a 80% (Andrade y Ferguson, 1991). Thomson *et al.* (1997) han reportado la presencia de semilla dura en *C. pascuorum*, con valores comprendidos entre 13 y 89%, donde por ejemplo, CIAT 5287 y 5289 (cv. Bundey) presentaron 89 y 64% de semilla dura, respectivamente, lo cual comparado con los resultados obtenidos en este trabajo sugiere un comportamiento similar, dado los bajos porcentajes de germinación encontrados. Los mencionados autores argumentaron que la formación de las semillas en tiempo más cálido puede influir en el porcentaje de semillas duras.

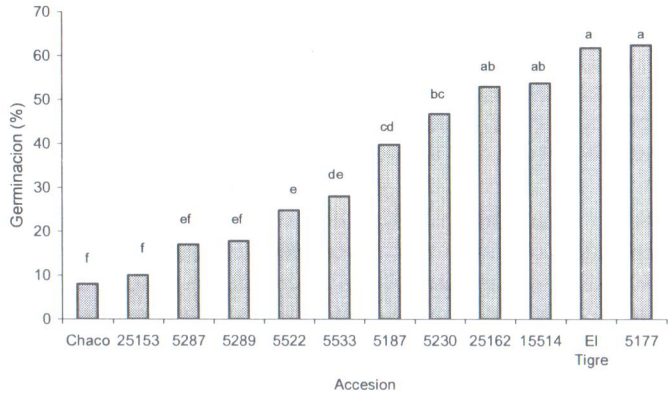

Figura 3. Germinación en semillas de 12 accesiones de *Centrosema pascuorum* evaluadas en El Tigre, Anzoátegui.
[abcdef] Valores seguidos con letras iguales no difieren significativamente (P<0.05) según Prueba de Tukey.

Es posible que el estrés hídrico sea el factor que explica los resultados encontrados, ya que, al relacionar el inicio de floración y fructificación, se observa que en la accesión CIAT 5289 (cv. Bundey), de floración tardía, el número de días para la aparición de los primeros frutos maduros fue de apenas 26 días, lo cual coincidió con mediados del mes de diciembre, es decir, la semilla comenzó a madurar cuando inició el período seco, lo que explicaría el bajo porcentaje de germinación. Por otro lado se observa que accesiones como la procedente del Chaco, de floración precoz (50 dds) y con frutos que empezaron a madurar a los 22 días siguientes (inicios del mes de noviembre) presentó el más bajo porcentaje de germinación (8%): después del inicio de floración la precipitación caída fue insignificante. Es decir, que en ambos casos el estrés hídrico que ocurre después de la floración afecta significativamente el proceso de maduración de los frutos, y la planta reacciona con la formación de un tegumento más impermeable. Sin embargo, también se señala que la dureza es heredable y que no puede excluirse el efecto de variaciones genéticas intraespecíficas, ya que se ha reportado que existen evidencias relativas a caracteres cuantitativos, entre los cuales se menciona la dureza de la semilla (Miles *et al.*, 1997; Argel y Paton, 1999).

La presencia de altos porcentajes de semilla dura puede considerarse una desventaja, por un lado, porque impide el buen establecimiento de una pastura, agravándose por la competencia que se puede instaurar por la presencia de malezas. Sin embargo, puede recurrirse a métodos de escarificación para romper el tegumento o testa de la semilla y aumentar el porcentaje de germinación. Por el otro lado, la presencia de semilla dura constituye un mecanismo de persistencia de la especie, ya que garantiza la existencia de un banco de semilla en el suelo, a partir del cual se pueden generar poblaciones cuando las condiciones sean favorables (Argel y Paton, 1999).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que *Centrosema pascuorum* se adapta a las condiciones edafoclimáticas de la Mesa de Guanipa, por el buen potencial de producción de semilla de la mayoría de las accesiones evaluadas.

Las accesiones procedentes de Venezuela son de floración precoz a intermedia, de semillas pequeñas y con niveles intermedios de semilla dura, dados los porcentajes de germinación encontrados.

El testigo cv Bundey (CIAT 5289) se comportó como de floración tardía, lo que se puede considerar una ventaja para la zona por la posibilidad de disponer de forraje a finales del período lluvioso.

Es necesario complementar este trabajo con la producción de materia seca para comparar el comportamiento de las mencionadas accesiones.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen especialmente a Socors González, Técnico de Apoyo, por su valiosa ayuda en el manejo del ensayo y la colección de los datos en campo.

LITERATURA CITADA

Andrade de R. P. y J. E. Ferguson. 1991. La calidad de la semilla en el establecimiento de las pasturas. *En* Lascano C. E. y J. M. Spain (Eds.)

Establecimiento y Renovación de Pasturas. Conceptos, Experiencias y Enfoque de la Investigación. CIAT. Cali, Colombia. Publicación Nº 178. pp. 19-58.

Andrade R. P. 1999. Location of seed crops: Legumes. *En*: Losch D.S. y J.E. Ferguson (Eds.) Forage Seed Production. Volume 2: Tropical and Subtropical Species. CABI Pub. Wallingford, UK. pp. 129-140.

Argel P. J. y C. J. Paton. 1999. Overcoming legume hardseedesness. *En*: Loch D. S. y J. E. Ferguson (Eds.) Forage Seed Production. Volume 2: Tropical and Subtropical Species. CAB Pub. Wallingford, UK. pp. 247 – 265.

Azkue M. 2006. La fenología como herramienta en la agroclimatología. CENIAP. Disponible online: http//www.ceniap.gov.ve/bdigital/monografias/fenologia/fenologia.htm

Cameron A. 1991. Cavalcade (A pasture legume). NT-DPIF Agnote 415, Darwin, Australia.

Cameron A. 1996. Cavalcade and Bundey seed production. NT-DPIF Agnote 403, Darwin, Australia.

Cameron A. G. 2005. Centrosema pascuorum in Australia´s Northern Territory: a tropical forage legume success story. Tropical Grasslands, 39: 219-220.

Caraballo L., J. Torrealba y E. Cabrera. 2002. Boletín Agrometeorológico Estación El Tigre. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Anzoátegui. Volumen 1 (1-4). 16 p.

Clements R. J., W. H. Winter, B. Grof y J. B. Hacker. 1983. Centrosema. *En*: Burt R. L., P. P. Rotar, J. L. Walker y M. W. Silvey (Eds.) The Role of Centrosema, Desmodium and Stylosanthes in Improving Tropical Pastures. Tropical Agriculture Series Nº 6. Westview Press, Boulder, CO. pp. 69-96.

Clements R. J., W. H. Winter y C. J. Thomson. 1986. Breeding Centrosema pascuorum for northern Australia. Tropical Grasslands, 20: 59-65.

Cook B. G., B. C. Pengelly, S. D. Brown, J. L. Donnelly, D. A. Eagles, M. A. Franco, J. Hanson, B. F. Mullen, I. J. Partridge, M. Peters y R. Schultze-Kraft. 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. CD-ROM. CSIRO, DPI&F, CIAT e ILRI. Brisbane, Australia.

Ferguson J. E., J. M. Hopkinson, L. R. Humphreys y R.P. de Andrade. 1997. Producción de semilla de especies de Centrosema. *En*: Schultze-Kraft R., R. J. Clements y G. Keller-Grein (Eds.) Centrosema: Biología, Agronomía y Utilización. CIAT. Publicación Nº 238. Cali, Colombia. pp. 255-281.

Flores A. J. y R. Schultze-Kraft. 1994. Recolección de recursos genéticos de leguminosas forrajeras tropicales en Venezuela. Agronomía Trop., 44(3): 357-371.

González J. M., R. J. Clements y L.R. Humphreys. 1993. Flowering and seed production of Centrosema spp. in relation to daylength and temperature. Proc. XVII Int. Grassland Congress, New Zealand and Australia. Vol. 2, pp. 1682-1683.

Ludlow M. M., A. C. P. Chu, R.J. Clements y R.G. Kerslake. 1983. Adaptation of species of Centrosema to water stress. Aust. J. Plant Physiol., 10(2): 119-130.

Miles J. W., R. J. Clements, B. Grof y A. Serpa. 1997. Genética y mejoramiento de Centrosema. *En*: Schultze-Kraft, R., R.J. Clements y G. Keller-Grein (Eds.) Centrosema: Biología, Agronomía y Utilización. CIAT. Publicación Nº 238. Cali, Colombia. pp. 283 - 313.

McCosker T. H. 1987. Agronomic and grazing evaluation of three lines of Centrosema pascuorum under seasonally flooded conditions in the Northern Territory. Tropical Grasslands, 21: 81-91.

Stockwell T. G. H., R. J. Clements, G. J. Calder y W.H. Winter. 1986. Evaluation of bred lines of Centrosema pascuorum in small plots in north-west Australia. Tropical Grasslands, 20: 65-69.

Thiagalingam K., D. Zuill y T. Price. 1997. A review of Centrosema pascuorum (Centurion) cvv. Cavalcade and Bundey as a pasture legume in the ley farming system studies in north west Australia.

Proc. XVIII Int. Grassland Congress, Winnipeg and Saskatoon, Canada. Vol. I, pp. 43-44.

Thomson C. J., R. J. Clements y R. Schultze-Kraft. 1997. An evaluation of seventy-one accessions of Centrosema pascuorum at Katherine, Northern Australia. Genetic Resources Comm., 25: 1-14.

Zootecnia Trop., 24(3): 267-280. 2006

Movilidad individual de los espermatozoides epididimarios de toros *postmortem* obtenidos mediante lavado retrógrado

María I. Albers Alvarez* y Diego R. Barrios Arismendi

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la movilidad individual de los espermatozoides presentes en la cola del epidídimo, obtenida del matadero mediante lavado retrógrado de testículos de toros cebú *postmortem*. Los testículos fueron recolectados al azar (n=90) y transportados bajo dos diferentes temperaturas, siguiendo dos diferentes protocolos: Protocolo 1 (T: 35°C) y Protocolo 2 (T: 25°C), durante el período Abril-Julio 2003. El material experimental fue transportado según el protocolo elegido al azar, desde el sitio de recolección hasta el laboratorio en un lapso comprendido entre 30 y 60 minutos. Se realizó histopatología para seleccionar los testículos que tuvieran 70% o más de tejido funcional para cada protocolo (Protocolo 1: n=13; y Protocolo 2: n=20). Una vez realizada la selección, se evaluó la movilidad individual de los espermatozoides recolectados de las colas epididimarias en los testículos seleccionados. Esta recolección se realizó por lavado retrógrado con Tris-yema-glicerol, a través del conducto deferente. Para cada Protocolo se hicieron dos lecturas de la movilidad individual espermática (MI1 y MI2), con intervalo de 1 hora entre cada lectura. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva y se realizó una prueba de *t* para comparar dos muestras independientes. Los resultados obtenidos indican que no hubo diferencia significativa (P<0,05) entre los dos Protocolos en el comportamiento de la movilidad individual. Esto nos indica que la temperatura de transporte no afecto la movilidad espermática epididimaria y que es posible recolectar espermatozoides vivos de la cola del epidídimo de toros *postmortem*.

Palabras clave: espermatozoide, epidídimo, toro, *postmortem*.

* Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay, estado Aragua. * Correo electrónico: marisabelalbers@yahoo.es

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

Individual motility of epididymal spermatozoa, obtained by retrogadous flushing from *post-mortem* zebu bull testicles

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the individual motility of the spermatozoa of the epididymal tail, obtained by retrogradous flushing, from testicles of *post mortem* bulls collected from a slaughterhouse. The testicles (n=90) were randomly collected and transported under two different temperatures, following two different protocols: Protocol 1 (35°C) and Protocol 2 (25°C), during the April-July 2003 period. The testicles were transported from the slaughterhouse to the Laboratory, in a range of time between 30 and 60 minutes. A histopathological study was conducted to all testicles to select those with 70% or more of functional tissue. So, the final number of testicles for the study was reduced: for Protocol 1 to 13 testicles and for Protocol 2 to 20 testicles. The retrogradous flushing was done with Tris–egg yolk-glycerol medium, through the deferent duct. Two readings for motility were done for each protocol (M1 1 and MI 2) one hour apart. The data was analyzed by descriptive statistic and *t* test to compare two independents samples. There was no significant difference ($P<0.05$) between protocols on individual motility. This shows that, in this case, two different temperatures did not affect the individual motility of the spermatozoa of the epidydimal tail, and it is possible to obtain live spermatozoa from testicles from *post mortem* bulls.

Key words: spermatozoa, epidydimal, bull, *post-mortem*.

INTRODUCCIÓN

La recolección de semen de toros por métodos convencionales, como la vagina artificial y el electro-eyaculador, ha permitido el establecimiento de bancos de germoplasma provenientes de machos reproductores seleccionados. Por otro lado, es importante establecer un método que permita recolectar espermatozoides de toros élites que hayan muerto repentinamente, de manera tal de poder obtener descendencia de esos toros, mediante la inseminación artificial o la fertilización *in vitro*. Así que podría implementarse la recolección de espermatozoides de la cola del epidídimo para propagar la calidad genética de toros *postmortem*, puesto que los espermatozoides que se encuentran allí, según se ha reportado (Chung, 1997; Reyes Moreno *et al.*, 2000; Reyes Moreno *et al.*, 2002), tienen capacidad fertilizante.

El epidídimo tiene fundamentalmente dos funciones: la maduración y el almacenamiento espermático (Chenoweth, 1997; Mortimer, 1997). La maduración, o desarrollo progresivo de la capacidad fertilizante de los espermatozoides ocurre en la cabeza y el cuerpo del epidídimo y el almacenamiento ocurre en la cola del epidídimo (Amann y Schanbacher, 1983; Robaire y Hermo, 1988; Robaire y Viger, 1995). Con esta consideración, es importante señalar que se podrían obtener espermatozoides viables provenientes de la cola del epidídimo con movilidad y capacidad fertilizante, poco tiempo después de la muerte del animal, que podrían ser procesados y congelados para su posterior uso en inseminación artificial.

En la literatura científica revisada no se encontró ningún reporte del nacimiento de becerros originados de espermatozoides frescos o congelados recolectados de la cola del epidídimo de toros *post mortem*; aunque ha habido algunos avances con espermatozoides bovinos epididimarios usados en fresco para fertilización *in vitro* (Chung, 1997; Songsasen *et al.*, 1998; Garde *et al.*, 1995) y en la congelación de espermatozoides de la cola del epidídimo de ratas (Nakatsukasa *et al.*, 2001), caninos (Hewitt *et al.*, 2001), felinos (Axnér *et al.*, 1998; Axnér *et al.*, 1999) y venados (Zomborszky *et al*, 1999).

En consecuencia, este trabajo preliminar - y pionero - establece como propósito de investigación, la obtención de espermatozoides de la cola del epidídimo de toros *post mortem* para evaluar su viabilidad y utilizar este procedimiento en aquellos casos donde ocurra muerte súbita de toros reproductores valiosos, como se apuntó anteriormente.

Así, el objetivo de este trabajo es evaluar la movilidad individual de los espermatozoides de la cola del epidídimo de toros *postmortem*, obtenidos mediante la técnica de lavado retrógrado, en testículos transportados según dos diferentes protocolos de temperaturas. El alcance del objetivo general se fundamenta en los siguientes objetivos específicos: a) evaluar la movilidad individual de los espermatozoides epididimarios en dos momentos diferentes: post lavado o Movilidad individual 1 (MI1), y post incubación o Movilidad Individual 2 (MI2), y b) evaluar el efecto de la temperatura del instrumento de transporte de los testículos desde su sitio de recolección hasta el de procesamiento, sobre la movilidad individual.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Recolección y transporte de los testículos *postmortem.*

Se recolectaron (entre Abril y Julio 2003) un total de 45 pares de testículos, en 15 visitas al Matadero Industrial de Turmero, estado Aragua, Venezuela. Los testículos fueron recolectados de machos cebuínos procedentes de Barinas y el Sur del Lago de Maracaibo, pero desconocemos datos específicos de ellos, tales como el régimen de alimentación. Sólo se pudo determinar, a la observación de los toros en los rieles de matanza, que eran machos de raza Brahman de diferentes grados de pureza y con una edad estimada entre los dos y cinco años.

En cada visita al Matadero se recolectaron tres pares de testículos y se cumplieron siempre los mismos pasos, con la única diferencia que un grupo de los testículos (20 pares) se transportó en una cava con una temperatura de 35° C (protocolo "tibio" o 1), y el otro (25 pares) a una temperatura de 25° C (protocolo "frío" o 2), según los dos protocolos seguidos para este estudio.

Los pasos que se siguieron fueron:

1. Recolección de las bolsas escrotales (con sus dos testículos incluidos) del riel de matanza, pocos segundos (entre 10 y 20) después de la muerte del toro.

2. Cada bolsa escrotal fue limpiada profusamente con toallas de papel y se colocó cada una de ellas dentro de bolsas plásticas selladas (tipo "zip-lock") e identificadas, y estas a su vez se colocaron en una cava con temperatura inicial (evaluada por termómetro) de 35 o 25°C, según el protocolo correspondiente. Para lograr los 35°C se usaron "fomenteras" llenas con agua tibia, sobre las cuales se dispusieron rollos de papel periódico como aislantes y sobre estos se ubicaron las bolsas escrotales para el transporte de las muestras hacia el laboratorio. Es importante acotar que el "estrés térmico" es uno de los factores que mayormente afecta la calidad de los espermatozoides a recolectar con este procedimiento, por tanto se tomaron todas las medidas posibles para evitar que esto ocurriera. Por otro lado, para lograr los 25°C se colocaron en la cava dos "recipientes plásticos de hielo líquido", igualmente aislados con periódico.

3. El transporte de los testículos al laboratorio de la FCV-UCV demoró entre 30 a 60 minutos.

4. Cada bolsa escrotal se identificó con el número correlativo correspondiente al orden en que fueron recolectados, además de la fecha y hora exactas de la recolección.

5. El tiempo transcurrido desde la recolección de los testículos en el matadero, hasta el procesamiento de cada uno de ellos en el laboratorio, se registró en una planilla diseñada para tal fin.

6. La circunferencia escrotal se determinó con una cinta métrica.

7. Cada testículo se pesó (con una balanza) y se midió su largo y ancho (con un vernier).

8. Cada epidídimo se pesó (con una balanza) y se midió su largo y ancho (con un vernier).

2. Recolección de espermatozoides epididimarios por flujo retrógrado.

Los testículos bovinos recolectados en el matadero fueron procesados en el Laboratorio del Instituto de Reproducción Animal e Inseminación Artificial (IRAIA) de la Facultad de Ciencias Veterinarias, de la Universidad Central de Venezuela, en Maracay, estado Aragua. Los espermatozoides epididimarios se recolectaron según el protocolo referido por los Drs. G. Flores-Foxworth y B. Foxworth de la Universidad de Texas A&M (EE.UU.) (comunicación personal), que consiste en un lavado por flujo retrógrado.

Para realizar el lavado epididimario por flujo retrógrado se siguieron los siguientes pasos y en cada caso se anotó la hora de inicio de la recolección de espermatozoides del epidídimo:

1. Los vasos deferentes y la cola del epidídimo se disecaron mediante el uso de implementos y técnicas asépticas. Se removió la túnica serosa testicular y los vasos sanguíneos con un bisturí con hojilla N° 10 y tijera recta.

2. Se localizó el *septum* (indentación) del epidídimo, correspondiente a la porción cercana de la zona media de la cola del epidídimo. Allí se realizó un corte transversal con el bisturí, justo antes que el diámetro del epidídimo se reduce, para obtener la mayor cantidad de espermatozoides posibles.

3. La porción disecada de la cola del epidídimo se colocó en una placa de Petri precalentada a 37ºC (en una platina calentadora) y se mantuvo la porción libre de los vasos deferentes firmemente sujeta con los dedos pulgar e índice.

4. Las agujas para el lavado (de diferentes calibres) fueron preparadas limándole las puntas para hacerlas "romas". Se colocó una de esas agujas (calibre 20, 21, 22, o 23, según el diámetro interno de cada vaso deferente) dentro del lumen de la porción libre del vaso deferente. Se adaptó una jeringa (tipo "air-tite" de 5 mL) llena con "medio de lavado" (medio de congelación Tris yema glicerol) y con esta jeringa se perfundió lentamente dentro del lumen del cada vaso deferente. Las paredes de los vasos deferentes se pinzaron con una pinza "mosquito" contra la aguja para evitar pérdida del líquido de lavado.

5. A medida que se perfundían los vasos deferentes con el medio de lavado se observó un abultamiento visible de la cola del epidídimo. Al continuar con presión suave y continua con la jeringa, apareció en el extremo cortado de la cola del epidídimo el contenido epididimario, representado por un líquido espeso y de un color crema pálido o blanco cremoso, dependiendo de la concentración espermática obtenida.

6. Se hicieron dos lecturas de la movilidad individual espermática: una post lavado, inmediatamente después de recobrado el fluido (movilidad individual 1 o MI1), y otra post incubación, dentro de la hora post-recolección (movilidad individual 2 o MI2). Esto se fundamentó en que los parámetros de movilidad individual y movimientos progresivos espermáticos epididimarios adquieren su mejor expresión después de 40 minutos a una hora. La razón por la que después de ese tiempo hay una mejor medida de movilidad espermática epididimaria se estima que sea debido a una disminución del efecto supresorio que ejercen los fluidos epididimarios sobre esos espermatozoides, y la reoxigenación y dilución durante el proceso de recolección espermática (Brooks, 1979).

3. Histopatología testicular

Los testículos recolectados fueron evaluados histológicamente con el propósito de seleccionar para el presente estudio solo aquellos con tejido funcional igual o mayor al 70% de su parénquima, que no tuvieran degeneración severa ni atrofia testicular, para descartar las lesiones testiculares como causal de cualquier anormalidad o defecto de los espermatozoides epididimarios. El procedimiento que se usó fue el descrito por Bermúdez (2002).

Los resultados se expresaron según la funcionalidad o las alteraciones encontradas en cada testículo de la siguiente manera:

a) *Testículo funcional*: aquel que se diagnosticó con 70% o más de túbulos seminíferos normales, según la evaluación microscópica del tejido testicular.

b) *Testículo con degeneración*: aquel que se diagnosticó con menos de 70% de tejido funcional y evidencias de algún grado de engrosamiento de la membrana basal del túbulo seminífero, fibrosis intersticial, y la espermatogénesis afectada, bien sea en la espermatocitogénesis, en la espermiogénesis, o en ambas.

c) *Testículo con atrofia*: aquel que se diagnosticó con algún grado de atrofia, evidenciada por la disminución en el diámetro de los túbulos seminíferos, acompañada de fibrosis intersticial severa, y afección de la espermatocitogénesis en cualquiera de sus etapas.

4. Evaluación de la Movilidad Individual

La Movilidad Individual se determinó mediante la observación al microscopio óptico (400X) del porcentaje de células móviles (0-100%) en la muestra (Society For Theriogenology, 1983). Este parámetro se evaluó en dos eventos de tiempo diferentes: el primer momento (MI1) ocurrió reciente a la recolección de la muestra de espermatozoides epididimarios; y el segundo (MI2), dentro de aproximadamente una hora después de la primera evaluación.

5. Análisis estadístico

Se usó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos de temperatura: protocolo 1 y protocolo 2, incluyendo sólo los testículos funcionales, según la evaluación histopatológica.

Es importante destacar que el descarte de testículos no estaba previsto originalmente debido a que eso implicaba una reducción del número de muestras a analizar. Y se debe enfatizar que eso no eliminó el carácter aleatorio del trabajo por haberse mantenido el grupo reducido dentro de su grupo original.

El descarte fue necesario realizarlo para:

1. Poder atribuir cualquier falla, funcional o morfológica, de los espermatozoides epididimarios procesados sólo a problemas relacionados con nuestro estudio, y no a deficiencias originadas en el tejido testicular.

2. Tener un punto de referencia sobre el total de las muestras procesadas, en virtud de desconocer detalles sobre el origen de los toros del matadero.

En consecuencia, el número de testículos estudiados para el Protocolo 1 (35°C) fue de 13 debido a que se descartaron aquellos testículos que presentaron alteraciones de la normalidad, según estudios histopatológicos (n = 27), que pudieran afectar el desarrollo y funcionalidad de los espermatozoides epididimarios, y por tanto se pudiera sesgar el objetivo del trabajo. Igualmente, para el Protocolo 2 (25°C) se estudiaron sólo 20 testículos debido a que, como en el Protocolo 1, se descartaron testículos por la misma causa (n = 30). Con este criterio se pretende atribuir cualquier anormalidad o deficiencia en la calidad de esos espermatozoides sólo a fallas o eventos ocurridos en el epidídimo, o durante el transporte y procesamiento de los testículos.

En este estudio se comparó el protocolo de lavado retrógrado para cada protocolo de temperatura.

Los datos obtenidos en cada protocolo fueron evaluados mediante estadística descriptiva (Ott, 1977), y los resultados se presentan mediante figuras y cuadros. También se usó la "Prueba de t" para comparar dos muestras independientes. Para la aplicación de los análisis se utilizaron los paquetes estadísticos Statistics 7.0 y SAS (SAS, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se indicó en los Materiales y Métodos, los hallazgos histopatológicos permitieron hacer tres grupos con los testículos recolectados en el matadero, según el tejido testicular observado: funcionales, degenerados y atróficos. Así, del total de testículos recolectados (n=90), la proporción de *testículos funcionales* fue de 36,7% (33/90); la proporción de *testículos degenerados* fue de 43,3 (39/90) y la proporción de *testículos atróficos* fue de 20,0% (18/90).

Como dato adicional, en todos los testículos se evaluaron las medidas de circunferencia escrotal (con los testículos dentro de las bolsas escrotales), largo, ancho antero-posterior y peso testicular; así como el largo, ancho (eje mayor) y peso de la cola epididimaria. Los testículos seleccionados para el presente estudio (n=33) tuvieron las medidas que se presentan en el Cuadro 1. Las medidas observadas en el Cuadro 1 se corresponden con los promedios reportados por otros autores anteriormente, para machos cebuínos (Sudheer, 2000; Chacón *et al.*, 2002).

Cuadro 1. Características morfométricas de testículos y colas epididimarias

Variable	Media	EE
Circunferencia Escrotal (cm)	31,80	0,47
Ancho testicular (cm)	5,56	0,11
Largo testicular (cm)	11,36	0,22
Peso testicular (gr)	267,12	12,03
Ancho de la cola del epidídimo (cm)	1,58	0,07
Largo de la cola del epidídimo (cm)	1,92	0,06
Peso de la cola del epidídimo (gr)	30,06	1,57

Evaluación de la Movilidad Individual

Los resultados obtenidos de la evaluación de la movilidad individual en los Protocolos 1 y 2 se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Movilidad Individual de espermatozoides epididimarios recolectados en los Protocolos 1 y 2

Variable		n	Mínimo	Máximo	Media	Varianza	EE	Prueba *t*
			---------- % ----------					
Prot. 1	MI 1	13	0	40	17,46	226,10	15.03	aA†
	MI 2		10	55	34,23	111,85	10.57	aA
Prot. 2	MI 1	20	0	40	8,95	117,31	10.83	aB
	MI 2		1	50	26,8	155,85	12.48	aB

† Letras minúsculas comparan medias entre MI para el mismo Protocolo y letras mayúsculas comparan medias entre Protocolos.

Efecto de la temperatura del instrumento de transporte sobre la Movilidad Individual de espermatozoides epididimarios

Se compararon estadísticamente los resultados obtenidos en la evaluación de la movilidad individual en cada protocolo de temperatura. La movilidad individual al momento de la primera lectura (MI1) no tuvo diferencia significativa (P>0,05) entre los dos protocolos, al igual que tampoco hubo diferencia significativa (P>0,05) entre las movilidades individuales tomadas como segunda lectura (MI2). Lo anterior indica que, en este trabajo, la temperatura del instrumento de transporte no fue un factor influyente sobre la movilidad de los espermatozoides epididimarios.

Además, la media estadística al momento de la primera evaluación de movilidad espermática (MI 1) fue menor (P<0,01) en ambos protocolos (P1: 17,46%; P2: 8,95%) que la movilidad al momento de la segunda evaluación (MI 2), que fue entre dos y tres veces mayor (P1: 34.23%; P2: 26.8%). Esto indica que la movilidad de los espermatozoides epididimarios se activa después de un tiempo, y confirma lo señalado por otros autores (Brooks, 1979, Usselman y Cone, 1983).

El tiempo que se requiere para la activación de los espermatozoides epididimarios se ha asociado, en la mayoría de las especies, con el hecho que los espermatozoides, una vez formados en el testículo se mezclan con fluidos epididimarios donde permanecen inmóviles y con un nivel de metabolismo muy bajo. Esto puede interpretar como una necesidad de preservar las reservas energéticas espermáticas y para disminuir los riesgos de alteraciones de membrana, estructuras internas y composición bioquímica, por efecto de agentes oxidantes endógenos producidos por la actividad mitocondrial (Brooks, 1979, Voglmayr *et al.*, 1985; Robaire y Viger, 1995).

En la mayoría de las especies estudiadas los espermatozoides permanecen inmóviles en la parte baja del epidídimo hasta diluirse en el medio adecuado que le imprime los cambios para alcanzar su máximo movimiento (Johnson y Everitt, 1980; Amann y Schanbacher, 1983; Usselman y Cone, 1983; Robaire y Viger, 1995).

Adicionalmente, se ha demostrado que existe una relación importante entre la presencia de una glicoproteína secretada por el epidídimo, la HE5 o CD52 y la movilidad de los espermatozoides eyaculados (Derr *et al.*, 2001). Ahora bien, la influencia de esta glicoproteína sobre la movilidad espermática está directamente correlacionada con su funcionalidad en la superficie de los espermatozoides: A mayor funcionalidad, mayor movilidad. Sin embargo, no se ha demostrado esa relación directa entre la concentración

de la glicoproteína en el plasma seminal y los parámetros convencionales del semen (movilidad, concentración y morfología) (Derr *et al.*, 2001).

En trabajos *in vitro*, los espermatozoides adquieren movilidad cuando son mezclados con secreciones de las glándulas sexuales accesorias (Derr *et al.*, 2001), lo que indica que es normal que los espermatozoides epididimarios sean inmóviles o poco móviles hasta tanto ocurran ciertas condiciones que permiten el total desarrollo de su movilidad potencial. Además se ha atribuido la pérdida de la movilidad a la disminución del intercambio de oxígeno durante la recolección de la muestra en trabajos *in vitro*, pero se restablece cuando esta se diluye en los medios de lavado (Brooks, 1979)

En este estudio, en la lectura de movilidad espermática para cada uno de los epidídimos en ambos protocolos, hubo casos en donde la MI 1 fue cero. Una mayor ocurrencia de ello se observo en P2, lo que pudiera explicarse como una tendencia de los espermatozoides epididimarios a permanecer más aletargados cuando se transportan en ambiente refrigerado (P2).

Las dos lecturas de movilidad que se hicieron no mantuvieron un patrón uniforme, es decir, el incremento del porcentaje de movilidad en la segunda lectura (MI2) fue variable. Esto pudiera relacionarse con la variabilidad entre toros de matadero, no reproductores, y más aún en este estudio en el que desconocemos el origen específico de esos machos destinados al consumo y que entendemos han podido tener una dieta para engorde que pudiera haber afectado, de alguna manera su capacidad reproductora.

CONCLUSIONES

Los espermatozoides recolectados de la cola del epidídimo de toros *post mortem* evidenciaron sobrevivencia, aunque tienen menor movilidad que los del semen bovino recolectado por métodos convencionales.

Los espermatozoides epididimarios siempre tuvieron una mayor movilidad individual en la segunda lectura de cada muestra, es decir, una hora post-lavado del epidídimo. Esto confirma la necesidad de dilución del ambiente epididimario de esos espermatozoides para poder alcanzar su plena movilidad.

El método de recolección utilizado fue eficiente y repetible, aunque se necesita mayor investigación para determinar la influencia que este método pudiera tener sobre la cantidad y calidad de espermatozoides epididimarios recolectados.

La movilidad individual de los espermatozoides recolectados de la cola del epidídimo no fue influida por la temperatura del instrumento de transporte.

LITERATURA CITADA

Amann R.P. y B.D. Schanbacher. 1983. Physiology of male reproduction. J. Anim. Sci., 57(Suppl. 2): 380-403.

Axnér E., B. Ström y C. Linde-Forsberg. 1998. Morphology of spermatozoa in the cauda epididymis before and after electroejaculation and a comparison with ejaculated spermatozoa in the domestic cat. Theriogenology, 50: 767-778.

Axnér E., C. Linde-Forsberg y S. Einarsson. 1999. Morphology and motility of spermatozoa from different regions of epididymal duct in the domestic cat. Theriogenology, 52: 973-979.

Bermúdez V. 2002. Patología de la reproducción en el semental bovino de doble propósito. *En* González Stagnaro C., E. Soto Belloso y L. Ramírez Iglesia (Eds.) Avances en la Ganadería Bovina de Doble Propósito. Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela. pp 528-546.

Brooks D.E. 1979. Biochemical environment of sperm maturation. *En* Fawcett D.W. y Bedford J.M. (Eds). The Spermatozoon. Baltimore_Munich: Urban and Schwarzenberg. pp 23-34.

Chacón J., E. Pérez y H. Rodríguez-Martínez. 2002. Seasonal variations in testicular consistency, scrotal circumference and spermiogramme parameters of extensively reared Brahman (*Bos indicus*) bulls in the tropics. Theriogenology, 58 (1): 41-50.

Chenoweth P. 1997. Clinical reproductive anatomy and physiology of the bull. *En* Youngquist R.S. (Ed.) Current Therapy in Large Animal Theriogenology. Saunders, pp. 217- 229.

Chung J. 1997. Effects of sperm treatments on fertilization and in vitro development of bovine follicular oocytes. Korean J. Emb.Trans., 12(2): 189-194.

Derr P., Ch. Yeung, T. Cooper y C. Kirchhoff. 2001. Synthesis and glycosylation of CD52, the major "maturation-associated" antigen of rat spermatozoa, in the cauda epididymidis. Reproduction, 121(3): 435-446.

Garde J., S. Perez, M. Aguado, E. Ayllon, D. Garrido y V. Montoro. 1995. Live birth of hybrid (*O. musimon* x *O. aries*) lambs following intrauterine insemination in domestic sheep with muflon semen obtained 40 hours postmortem. Theriogenology, 43(1): 1-372.

Hewitt D., R. Leahy, I. Sheldon y G. England. 2001. Cryopreservation of epididymal dog sperm. Anim. Reprod. Sci., 67(1-2): 101- 111.

Johnson M. y B. Everitt. 1980. Essential Reproduction. Blackwell. Londres.

Mortimer S. 1997. A critical review of the physiological importance and analysis of sperm movement in mammals. Human Repr. Update, 3(5): 403-439.

Nakatsukasa E., T. Inomata, T. Ikeda, M. Shino y N. Kashiwazaki. 2001. Generation of live rat offpring by intrauterine insemination with epididymal spermatozoa cryopreserved at -196ºC. Reproduction, 122(3): 463-467.

Ott L. 1977. An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis. Duxbury Press. New York.

Reyes-Moreno C., A. Gagnon, R. Sullivan y M. Sirard. 2000. Addition of specific metabolites to bovine epididymal cell culture medium enhances survival and motility of cryopreserved sperm. J Androl., 21(6): 876-886.

Reyes-Moreno C., M. Boilard, R. Sullivan y M. Sirard M. 2002. Characterization and identification of epididymal factors that protect ejaculated bovine sperm during in vitro storage. Biol. Reprod., 66(1): 159-166.

Robaire B. y L. Hermo. 1988. Efferent ducts, epididymis and vas deferens: Structure functions and their regulation. *En* Knobil E. y J. Neill. (Eds) The Physiology of Reproduction. Raven Press. New York. pp 999-1080.

Robaire B. y R. Viger. 1995. Regulation of epididymal epithelial cell functions. Biol. Reprod., 52: 226-236.

SAS Institute. 1985. SAS user`s guide. Statistics. 5ta ed. SAS Inst., Cary, NC.

Society for Theriogenology. 1983. Manual for Breeding Soundness Examination of Bulls. J. Soc. Theriogenology, 12: 38-41.

Songsasen N., J. Tong y S. Leibo. 1998. Birth of live mice derived by in vitro fertilization with spermatoa retrieved up to twenty-four hours after death. J. Exp Zool., 280(2): 189-196

Sudheer S. 2000. Relationship between testicular size and seminal attributes in crossbred bulls. Indian J. Anim. Res., 34(2): 159-160.

Usselman M. y R. Cone. 1983. Rat sperm and mechanically inmovilized in the cauda epididymis by "inmobilin", a high molecular weight glycoprotein. Biol. Reprod., 29: 1241-1253.

Voglmayr J., R. Sawyer y J. Dacheux. 1985. Glycoproteins: a variable factor in surface transformations of ram spermatozoa during epididymal transit. Biol. Reprod., 33: 165-176.

Zomborszky Z., T. Zubor, J. Toth y P. Horn. 1999. Sperm collection from shot Red Deer stags (*Cervus elaphus*) and the utilization of sperm frozen and subsequently thawed. Acta Vet. Hung., 47(2): 263-270.

Zootecnia Trop., 24(3): 281-295. 2006

Grupos sexuales activos en vacas posparto de ganadería mestiza de doble propósito

Lílido N. Ramírez-Iglesia[1]*, Freddy B. Viera Rosales[1], Jesús A. Martínez[2], Adelina Díaz de Ramírez[1], José G. Morillo Luque[1], Rafael Román[3] y Eleazar Soto-Belloso[1]

RESUMEN

En la ganadería bovina mestiza de doble propósito (GDP), la deficiente detección de celos afecta la difusión de la inseminación artificial y la eficiencia reproductora. Para estudiar la formación y características de los grupos sexuales activos (GSA), en una finca ubicada en una zona de bosque húmedo tropical de la cuenca del Lago de Maracaibo, se estudió un rebaño de 300 vacas posparto Brahmán Rojo (*Bos indicus*) x Holstein Rojo (*Bos taurus*), ordeñadas manualmente con apoyo del becerro dos veces al día, los cuales pastorearon potreros de pasto Alemán (*Echinocloa polistachia*) y Guinea (*Panicum maximun*), acompañadas por toros receladores 25:1. Las vacas fueron observadas cuatro veces de 5:00 a 6:00 AM y de 2:00 a 6:00 PM en los corrales y de 6:00 a 10:00 AM y de 6:00 a 7:00 PM en los potreros. Se consideró GSA, el constituido por no menos de tres animales en interacción de monta de celo. Se detectaron 51 GSA, resultando el 76% heterosexual y 24% homosexual, 69% se observaron en corrales y 31% en potreros, 41% en la mañana y 59% en la tarde. Los GSA acumularon el 67% de las montas de celo y la duración media de esos GSA fue de 20 ± 2,8 minutos. La cadena de montas en la mayoría de los grupos heterosexuales fue iniciada con la monta de un toro recelador. La detección, registro y evaluación de los GSA en la GDP puede aportar a mejorar la eficiencia de la detección del celo.

[1] Universidad de Los Andes. Apartado Postal 198. Trujillo 3150, estado Trujillo. Venezuela. * Correo electrónico: lilidoramirez@cantv.net

[2] Ejercicio Privado.

[3] Facultad de Ciencias Veterinarias. La Universidad del Zulia. Maracaibo, estado Zulia. Venezuela.

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

Palabras clave: grupos sexuales activos, detección celo, vacas doble propósito, posparto, clima tropical.

Sexually active groups in dual purpose postpartum crossbred cattle

SUMMARY

In dual purpose crossbreed cattle (DPC), deficient estrus detection affects the artificial insemination diffusion and reproductive efficiency. To study the formation and characteristics of sexually active groups (SAGs), 300 crossbred postpartum Red Brahman (*Bos indicus*) x Red Holstein (*Bos taurus*) cows were studied and milked manually twice a day with support from the calf, grazing German (*Echinocloa polistachia,* 12% crude protein) and Paez (*Brachiaria mutica*) grass in pasture lands, accompanied by teaser bulls at a 25:1 ratio. They were observed four times, from 5am to 6:00 am at cement pen area, and from 6:00 am to 10:00 am in the pasture area. Finally from 2:00 pm to 6:00 pm, and from 6:00 pm to 7:00 pm at the cement pen and pasture area respectively. This was performed in a commercial farm located in a Humid Tropical Forest area in the Maracaibo Lake basin, in the Bolivarian Republican of Venezuela. Only the groups constituted of no less than three animals in standing mount interaction were considered SAGs. 51 SAGs were detected, 76% heterosexual, and 24% homosexual, 69% were observed in cement pens and 31% at pasture area, 41% in the morning and 59% in the afternoon. SAGs accounted for 67% of the standing estrus observed; the duration time of those SAGs was of 20±2, 8 minutes. In most of the heterosexual SAGs the teaser bull was beginning the mounting chain. The detection, registration and evaluation of SAGs in DPC can contribute to improve the efficiency of estrus detection.

Key words: sexually active group, oestrus detection, dual purpose crossbred cows, postpartum, tropical climate.

INTRODUCCIÓN

En la ganadería mestiza de doble propósito (GDP), el ciclo estral de las vacas tiene una duración de 18 a 29 días, el celo muestra una media de 16,4 ± 5,2 horas y la ovulación ocurre entre 25 y 30 horas después de iniciado el estro, manteniendo estos eventos fisiológicos una duración

variable según la época del año y el genotipo del animal (González-Stagnaro, 1992; Domínguez *et al.*, 2004).

En la GDP, el anestro posparto y la deficiente detección de celos son los principales factores que afectan y limitan la difusión y el éxito de la técnica de inseminación artificial (IA), los cuales combinados con las bajas tasas de fertilidad, constituyen la trilogía esencial que debe ser resuelta para el mejoramiento de la eficiencia reproductora de estos rebaños tropicales (González–Stagnaro, 1992; 2002; Soto-Belloso *et al.*, 2000; 2002). Igualmente a los errores y deficiencias en la detección del celo, también se han responsabilizado de ser una causa importante de problemas reproductivos y subfertilidad en los rebaños mestizos (González-Stagnaro, 2002) y bajas tasas de servicios en IA (Bo y Baruselli, 2002). Ante estas circunstancias y para evitar la escasa eficiencia en la detección de celos, se han desarrollado una serie de protocolos hormonales destinados a inducir o sincronizar el celo y la ovulación, favoreciendo la IA sistemática a tiempo fijo, sin necesidad de detectar los celos (Bo y Baruselli, 2002). Sin embargo, se han reportado mejores tasas de concepción en las vacas inseminadas luego de la detección visual del celo que en aquellas inseminadas a ciegas, tanto en ganaderías de leche (DeJarnette *et al.*, 2001) como de carne (Bo y Baruselli, 2002). Adicionalmente, se han encontrado altas y significativas correlaciones entre el nivel de estrógenos y los signos del celo (Lyimo *et al.*, 2000) y mejores tasas de preñez (Rae *et al.*, 1999) en la observación visual cuando se compara con otros métodos de detección.

En la GDP, considerada de baja inversión, sostenible y ecológica, se ha consolidado la técnica de la observación visual de la monta como la más apta para la detección del celo y, sobre ello, se apoyan los programas de IA para el mejoramiento genético del rebaño. Sin embargo, en estos sistemas de manejo, la cuantificación de los niveles de progesterona en plasma y leche solo han mostrado una detección correcta del celo en las vacas entre 83,3 y 95,5% (Soto-Belloso *et al.*, 2000), ratificando el significado de la deficiente detección del celo como el mayor problema de los sistemas de GDP mejorados y la importancia de utilizar conceptos del comportamiento que permitan alcanzar mejores tasas de detección (González-Stagnaro, 2002).

La cultura y práctica ganadera en los ambientes tropicales, al igual que en los templados, ha llevado a los productores a confiar, fundamentalmente, en la inmovilidad de la vaca en celo al ser montada por un toro o por una de sus compañeras del rebaño, restando importancia a los otros signos de conducta sexual que expresan las hembras bovinas durante este estado fisiológico único y fundamental para reproducirse (Sepúlveda *et al.*, 2002). Tanto en el estro natural como en el inducido hormonalmente se

ha detectado que la presencia en el rebaño de más de una hembra en celo desencadena una interacción sexual de montas y otras conductas estimulantes del reclutamiento e intervención sexual de otras vacas, con la consiguiente formación transitoria y móvil de grupos homosexuales o heterosexuales conocidos como grupos sexuales activos (Galina *et al.*, 1996; Castellanos *et al.*, 1997; Orihuela, 2000, Gonzáles-Stagnaro, 2000). Se señalan como mínimo agrupamiento el integrado por dos animales (Castellanos *et al.*, 1997; González-Stagnaro, 2000).

A pesar de la importancia de la detección visual del celo en los sistemas mejorados de GDP, la conducta sexual de esos bovinos mestizos ha sido objeto de pocos estudios conocidos y publicados. Un reporte sobre los principales y más frecuentes signos del celo observados en el ganado mestizo de doble propósito fue publicada por Ramírez-Iglesia *et al.* (2002). Dado el papel que la observación visual de la aceptación inmóvil de la monta desempeña en la identificación de la hembra en estro, este trabajo tuvo como objetivo el estudio de la formación, composición, lugar y características de los grupos sexuales activos durante la detección del primer celo espontáneo posparto, bajo las condiciones rutinarias de manejo de un rebaño mestizo con ordeño manual y la aplicación de un programa de inseminación artificial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un rebaño comercial de 300 vacas mestizas de doble propósito con uno a ocho partos y predominancia racial de animales provenientes del cruce alterno entre Brahman rojo (Bos indicus) X Holstein Rojo (Bos taurus). La finca estaba ubicada en una zona de bosque húmedo tropical de la cuenca del Lago de Maracaibo, situada a unos 9o 27' N y 72o 20' O con precipitaciones de 1.800 mm por año, temperatura media anual de 29ºC y una humedad relativa del 50 a 70%. Las hembras estaban distribuidas en dos lotes de 150 animales cada uno y fueron ordeñadas manualmente con apoyo del becerro dos veces al día, de 3:00 a 6:00 AM y de 3:00 a 6:00 PM. Presentaron una condición corporal al primer celo posparto de 3,2 ± 0,2 en una escala 0 = emaciada a 5 = obesa, según el tejido adiposo en la zona caudo-pélvica (Mulvany, 1981). Las vacas estaban acompañadas permanentemente por toros mestizos receladores en una proporción de 25:1, sometidas a un programa de inseminación artificial con la regla AM-PM, con registros de los principales eventos reproductivos y productivos, revisión posparto a los 30 días y cada mes para el diagnóstico de gestación y evaluación reproductiva. Se alimentaron a pastoreo en praderas de pasto alemán (Echinocloa polistachia) con un 12% de proteína cruda, paja páez (Brachiaria mutica) y pasto estrella (Cynodon lemfuensis) y también se les

suministró sal yodada, minerales y agua *ad libitum*. Los corrales y sala de ordeño tenían piso rústico de cemento. Las hembras diagnosticadas gestantes eran trasladadas a otro rebaño de ordeño de vacas gestantes.

Para detectar la aceptación quieta de la monta como indicador el primer celo posparto natural (PCP) y la formación de los grupos sexuales activos, se observaron diariamente durante diez horas discontinuas, cinco en la mañana y cinco en la tarde de acuerdo a los siguientes períodos o rutinas: en los corrales, de 5:00 a 6:00 AM y de 2:00 a 6:00 PM y en los potreros, de 6:00 a 10:00 AM y de 6:00 a 7:00 PM. También, se registraron las montas detectadas en las callejuelas durante el traslado de los animales. Las vacas estaban identificadas con un número visible marcado a fuego en el lomo del lado derecho y tatuaje en la oreja izquierda. Las observaciones se realizaron durante 25 días entre el 26 de junio y el 23 de agosto, periodo correspondiente a la época seca o de verano.

Se consideró "vaca en celo" a aquella que aceptó inmóvil la monta de una de sus compañeras o de un toro recelador (Hurnik et al., 1995). Se consideró como "grupo sexual activo" (GSA), el constituido por no menos de tres animales que interactuaron con montas y aceptación de la monta durante alguno de los cuatro periodos de observación, definición basada en los reportes de diversos autores (Galina et al., 1996; Castellanos et al., 1997; Orihuela, 2000, Gonzáles-Stagnaro, 2000). Dado que se ha señalado como grupo sexual activo el constituido por dos o más animales (Castellanos et al., 1997; González-Stagnaro, 2000), en este trabajo se diferencian los grupos formados por dos individuos de aquellos con mayor número de integrantes. Bajo este criterio, se consideró como "pareja sexual activa" (PSA) a aquella con participación de solo dos animales. La intensidad de la actividad sexual se estableció mediante la "intensidad de monta" (IM) en el grupo, indicador que relaciona el total de montas con el número de animales integrantes del mismo (total de montas del grupo /numero de individuos del grupo). La duración del GSA se estimó por el intervalo de tiempo transcurrido entre la primera y la última monta de celo en el grupo. La duración de la PSA no se determinó.

Se registró el día, hora y lugar de la monta, el número de identificación y sexo del animal que montó, número de la vaca receptora de la monta, con lo cual, se determinó el número de animales comprometidos en la interacción sexual del GSA, el lugar de formación, la característica sexual, el número de montas de celo, número de montas aceptadas por cada vaca y el tiempo de duración del grupo.

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS (SAS, 1989) usando el procedimiento FREQ con prueba del chi-cuadrado. Para ello, se clasificaron de acuerdo al sexo de sus integrantes en homosexuales y heterosexuales, por el lugar de formación del grupo en corrales y potreros, por la hora del día en mañana y tarde, por el número de animales comprometidos en la interacción sexual de la monta de celo en GSA y PSA. Los datos fueron procesados en el Centro de Computación de la Universidad de los Andes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se describe la distribución de los agrupamientos sexuales activos formados de acuerdo a la clasificación establecida, donde se observa la conformación de un 60% (76/127) de PSA y 40% (51/127) de GSA. De estos últimos se destaca que un 31% (39/127) fueron de tipo heterosexual, 28% (35/127) se detectaron en los corrales y el 24% (30/127) en horas de la tarde; en tanto que, para las PSA los porcentajes fueron del 30% (38/127), 41% (52/127) y 40% (51/127) para las categorías heterosexual, corrales y horas de la tarde respectivamente.

Cuadro 1. Descripción de las características de los agrupamientos sexuales activos posparto en ganado mestizo de doble propósito

Características	PSA†		GSA‡		Total	
	n	%	n	%	n	%
Tipo interacción						
Heterosexual	38	30	39	31	77	61
Homosexual	38	30	12	9	50	39
Total	76	60	51	40*	127	100
Lugar						
Corrales	52	41	35	28	87	69
Potreros	24	19	16	12	40	31
Total	76	60	51	40	127	100
Hora						
Mañana	25	20	21	16	46	36
Tarde	51	40	30	24	81	64
Total	76	60	51	40	127	100
Montas (n)	85	33	176	67	261	100
Duración grupo min (X±Ee)	ND		20±2,8		ND	
Intensidad de Monta (X±Ee)	0,56 ± 0,02		0,84 ± 0,03		0,67 ± 0,02	

† PSA: Pareja sexual activa constituida por dos animales. ‡ GSA: Grupo sexual activo tres y más animales. ND= No determinado.
*= P<0.01. Min= minutos. Intensidad de la monta=número de montas en el grupo/número de animales en el grupo.

La intensidad de monta (IM) fue de 0,56 ± 0, 02 y 0,84 ± 0,03 montas/grupo para PSA y GSA respectivamente, lo cual, es explicable por que en la PSA participaron solo dos animales que exhibieron una (88%) y dos montas (12%). La variable GSA tomó valores extremos de 0,5 a 1,5 montas/grupo, lo que sugiere una mayor actividad de monta en ese grupo; estando integrado el 92% de esos GSA por tres, cuatro y cinco animales, que representaron el 49%, 20% y 23%, respectivamente, mientras que ese porcentaje fue de solo 8% para aquellos con mas de cinco individuos. Estos tamaños de grupos coinciden con los reportados luego del estudio de la conducta sexual durante el estro de un rebaño experimental de vacas de la raza cebú (Castellanos *et al.*, 1997), quienes señalaron que el mayor número de grupos sexuales identificados se formaron con pocos miembros (3,5 ± 1,2 animales). En este estudio se detectaron entre dos y nueve montas por grupo, con un total del 82% para aquellos grupos con dos, tres y cuatro montas de estro y valores de 39, 20 y 23%, respectivamente. En el Cuadro 1 se observa que de las 261 montas anotadas durante este estudio, 176 (67%) de ellas correspondieron a los GSA y 85 (33%) a las PSA. Estos hallazgos son explicables debido a que la presencia al mismo tiempo de dos o más vacas en celo estimuló la actividad de monta, tal como ha sido reportado para ganaderías especializadas de leche (Pennington *et al.*, 1985) y de carne (Galina *et al.*, 1996). Naturalmente, el mayor número de hembras en estro crea condiciones favorables para la formación de los GSA y la cadena de montas que se desatan con el reclutamiento o estimulación de otras vacas próximas o en celo.

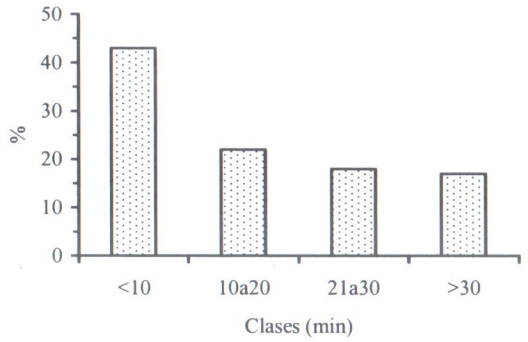

Figura 1. Duración de grupos sexuales activos envacas posparto de ganadería mestiza de doble propósito.

La duración (media ± error estándar) de actividad en los GSA fue de 20 ± 2,8 minutos. En la Figura 1 se presenta una descripción de ella, observándose un 43 y 22% para las clases ≤0 y entre diez y veinte minutos, acumulándose una frecuencia de 65% para aquellos GSA con una duración menor de 20 minutos. Aunque no se tiene una explicación de la corta duración de estos agrupamientos sexuales activos, ella puede estar relacionada con el número de animales de animales en estro, la intensidad y la fase del celo (Hurnik *et al.*, 1975; Alexander *et al.*, 1984; Hurnik y King, 1987). Esa relativa breve duración de los GSA constituye una interesante información a tener en cuenta para mejorar la eficiencia de la detección del celo.

Se observó que 41% de los GSA se formaron en la mañana y 59% en la tarde. Para las PSA, esos guarismos fueron de 33 y 67% en la mañana y tarde, respectivamente (Cuadro 2). Estos porcentajes fueron ligeramente superiores al 32 y 33% de los celos matutinos reportados por González-Stagnaro (1992) y por Galina *et al.* (1982), respectivamente. Recientemente Góngora y Hernández (2006) comunicaron un 72% de los estros en horas de la mañana. Estos resultados son muy superiores a los observados en el presente estudio. Los citados autores, estudiando experimentalmente el comportamiento estral en novillas sincronizadas de las razas cebú Brahman y Criollas San Martineras, mantenidas a potrero y observadas continuamente entre las 5:00 AM y 7:00 PM, registraron el 72% de los estros entre las 5:00 AM y las 11:00 AM, en desacuerdo con lo observado en este estudio, atribuible a que estas eran vacas sometidas al manejo rutinario del ordeño. Por otro lado, destaca la importancia de la detección del 31% de estos grupos sexuales a nivel de los potreros, donde rutinariamente no son observados, lo que sugiere la necesidad de instituir esta práctica en forma habitual para mejorar la eficiencia en la detección del celo.

Cuadro 2. Frecuencias de los GSA y las PSA de acuerdo al tipo de interacción sexual, lugar y hora de detección de la monta de celo

Tipo de Interacción	Lugar de detección				Total
	Corrales		Potreros		
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	
	%				
	Grupos Sexuales Activos (GSA)				
Heterosexual	6	47	23	0	76
Homosexual	4	12	8	0	24
Total	10	59	31	0	100
	Parejas Sexuales Activas (PSA)				
Heterosexual	8	29	10	3	50
Homosexual	3	29	12	6	50
Total	11	58	22	9	100

En el citado Cuadro 2, se destaca la detección solo en horas de la mañana de los GSA conformados a nivel de potreros y la mayor formación, tanto de los GSA como de las PSA en los corrales durante las horas de la tarde. Este último hallazgo puede ser atribuible al confinamiento transitorio, que pudo ser capaz de producir la concentración de feromonas sexuales y otros olores que por si mismas o en combinación con señales acústicas, visuales y de contacto físico pueden estimular la conducta sexual (Rekwot *et al.*, 2001) y de monta (González-Stagnaro, 2000), creándose condiciones favorables para la formación de los GSA, a lo cual, puede contribuir el mayor número de horas de observación en este lugar donde los animales fueron alojados antes de ingresar a la sala de ordeño. Si bien, en estos climas tropicales y para este tipo de animal mestizo, no se ha definido claramente la zona confort de temperatura ambiente, en el ganado lechero se ha reportado un incremento curvilíneo de la actividad de monta a medida que se eleva la temperatura diaria dentro de la zona confort para eso grupos raciales (Gwazdauskas *et al.*, 1983). Estas relaciones genotipo-ambiente-conducta sexual estral deben ser indagadas para la ganadería mestiza de doble propósito.

La mayor frecuencia de GSA heterosexuales formados en los potreros en horas de la mañana, además de ser las más frescas del día, lo que sin duda es favorable para este tipo de actividad sexual, pudo estar asociado con un mayor campo visual del toro recelador, quien puede usar la visión de la actividad sexual de aceptación de la monta de las hembras, como principal señal, para identificarlas cuando se encuentra en celo (Geary y Reeves, 1992) e integrarse al GSA.

El 41% de los GSA heterosexuales se conformaron con un toro y dos, tres y cuatro vacas que representaron el 26, 10 y 5%, respectivamente. El 56% tuvieron una composición de dos toros y una, dos, tres, cuatro y seis vacas, significando el 23, 13, 13, 5 y 2%, respectivamente. Solo el 3% de estos agrupamientos tuvieron una composición de tres toros y dos vacas, en tanto que, para las PSA el 50% fueron heterosexuales. En la composición de los GSA homosexuales participaron tres, cuatro, cinco y ocho vacas, correspondiendo un porcentaje del 58,4 8,3 25 y 8,3%, respectivamente. En las PSA, el 50% de ellas fueron homosexuales.

En el Cuadro 3 se presenta el porcentaje, el tipo o característica sexual del grupo, la secuencia cronológica de observación de la monta de celo, el número de montas en el grupo, el tiempo de duración de algunos de esos agrupamientos sexuales activos y el número de montas aceptadas por la vaca. Se registró que la mayoría de los grupos heterosexuales se conformaron con uno y dos toros, mientras que los homosexuales con tres a cinco vacas.

Igualmente se observó que la mayoría de los GSA heterosexuales se iniciaron con la monta de un toro recelador a una vaca en celo. En la secuencia de montas se aprecia la presencia de vacas receptoras-montadoras y solamente receptoras. En la última columna del Cuadro 3 se observa el registro del número de montas para cada hembra del grupo, detectándose la presencia de vacas montadoras, más no recíprocamente receptoras de la monta (0), por lo cual, esas hembras montadoras no fueron consideradas en celo ni sujetos de la IA.

Cuadro 3. Tipo de interacción sexual y características de la monta de celo en grupos sexuales activos de vacas mestizas posparto de doble propósito

GSA	Tipo†	Montas en los grupos sexuales activos			IM‡	VNA§
		Secuencia cronológica de montas	n	Duración		
%				min		
20	1T2V	T1V1/V1V2	2	2	0,7	1,1
		V1V2/T1V2	2	2	0,7	0,2
		V1V2/V2V1/T1V1	3	3	1	2,1
		T1V1/V1V2/V2V1	3	3	1	2,1
		T1V1/T1V2	2	2	0,7	1,1
8	1T3V	V1V2/V3V1/V1V3/V2V1/T1V3	5	25	1,25	2,1,2
		T1V1/V2V1/V3V1/V1V3	4	25	1	3,0,1
		T1V1/V2V1/V3V1	3	5	0,75	3,0,0
4	1T4V	V1V2/T1V2/V3V2/V4V2	4	25	0,8	0,4,0
18	2T1V	T1V1/T2V1	2	3-26	0,7	2
10	2T2V	T1V1/V2V1/T2V1	3	5	0,75	3,0
		T1V1/T2V1/V2V1	3	16	0,75	3,0
10	2T3V	V1V2/T1V2/V2V3/T2V2	4	13	0,8	0,3,1
		T1V1/T1V2/T2V2/V3V2	4	35	0,8	1,3,0
		V1V2/V3V2/T1V2/T2V1	4	30	0,8	0,4,0
4	2T4V	V1V2/T1V1/V3V1/T1V2/V4V1/V1V4/T2V4/ V2V4/V4V2	9	15	1,5	3,3,0,3
2	2T6V	T1V1/T2V2/V2V1/V3V1/V4V1/V5V1/V6V1	7	93	0,87	6,1,0,0,0,0
3	3T2V	T1V1/V2V1/T2V2/V1V2/T3V1	5	20	1	3,2
14	3V	V1V2/V3V1	2	10	0,7	1,1,0
		V1V2/V1V3/V3V1	3	3	1	1,1,1
		V1V2/V2V3/V3V1/V1V3	4	10	1,33	1,1,2
2	4V	V1V2/V2V3/V3V2/V4V2	4	15	1	0,3,1,0
6	5V	V1V2/V3V2/V2V4/V4V3/V5V3/V2V3/V4V2	7	15	1,4	0,3,3,1,0
		V1V2/V3V2/V4V2/V5V1/V2V1	5	25	1	2,3,0,0,0
2	8V	V1V2/V3V2/V2V4/V5V2/V6V4/V2V7/V8V2	7	15	0,87	0,4,0,2,0,0,1,0
50	1T1V *	T1V1	1	-	0,5	1
40	2V*	V1V2	1	-	0,5	1,1
10	2V*	V1V2/V2V1	2	2 a 10	1	1,1

† T=toro V=vaca. n= número *=PSA (Pareja Sexual Activa)
‡ IM = Intensidad de la monta (número de montas en el grupo/número de animales en el grupo)
§ VNA: Vacas del grupo con número de aceptación de monta V1,V2,V3,.....Vn

La detección en este estudio de vacas exclusivamente montadoras, exclusivamente receptoras y receptoras-montadoras es un fenómeno conductual que debe ser objeto de mayores estudios en la GDP para relacionar esa conducta estral con el tamaño y el estatus fisiológico del folículo y del eje hipotálamo-hipófisis-ovario, tal como ha sido sugerido por Maquivar *et al.* (2002), quienes reportaron un 50% de vacas montadoras y un

50% de vacas montadoras-receptoras de monta con folículos ováricos entre 4,9 y 11,2 mm, insinuando un desacuerdo entre el tamaño de los folículos, la secreción de estrógenos y su uso como indicadores de la conducta estral de las vacas.

No se descarta en estos agrupamientos sexuales activos posparto, la presencia de conductas alelomiméticas o imitativas (Hurnick *et al.*, 1995; Pires *et al.*, 2003) y otros factores de comportamiento de los bovinos, como los inherentes a la existencia de un orden y jerarquías sociales. De igual manera, aquellas relacionadas con el tamaño y composición del rebaño (Galina *et al.*, 1996; Solano *et al.*, 2005), interacciones de facilitación o integración social, de estimulación social, sinergismo conductual, preferencias sexuales individuales, selectividad y otras relacionadas con el manejo, la edad del rebaño en ordeño, nutricionales, ambientales y genéticas que afectan la manifestación del estro, al igual que la eficiencia y precisión de su detección (Orihuela, 2000).

La formación de los GSA es un fenómeno fisiológico conductual de gran importancia para una GDP en cuyos sistemas mejorados con IA, el signo confiable, patognomónico y único evidente para que la vaca sea inseminada es la inmovilidad de la vaca al ser montada por un toro o por una de sus compañeras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La formación de grupos sexuales activos es un fenómeno de la conducta sexual de los bovinos, presente en la ganadería mestiza de doble propósito. Mayoritariamente se conformaron con tres a cinco animales, quienes manifestaron una gran actividad de montas de celo. La mayoría tuvo una duración menor de 20 minutos y fueron fácilmente detectados tanto a nivel de los corrales como en los potreros.

La observación visual requiere ajustar los períodos de detección de celo basándose en el ritmo impuesto por la rutina del ordeño, de acuerdo a las horas de luz del día, la observación rutinaria en los potreros y el diseño de planillas especiales de registros con evaluación diaria de la actividad de las vacas receptoras, receptoras-montadoras y exclusivamente montadoras.

Se requieren mayores estudios sobre la calidad del celo, la consecuente ovulación, las conductas alelomiméticas, el orden y jerarquías sociales y otros fenómenos fisiológicos, conductuales y relaciones

ambientales que puedan afectar la eficiente y correcta detección de la vaca mestiza en celo.

AGRADECIMIENTOS

Al CDCHT-ULA por el financiamiento a través del proyecto NURR-C-304-01-03-F y a la Agropecuaria Santa Ana, propietaria de la finca Mompox por el apoyo brindado

LITERATURA CITADA

Alexander T. J., P. L. Senger, J. L. Rosenberger y D. R. Hagen. 1984. The influence of the stage of the estrous cycle and novel cows upon mounting activity of dairy cattle. J. Anim. Sci., 59(6): 1430-1439

Bo G. A. y P. S. Baruselli. 2002. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en el ganado bovino en regiones subtropicales y tropicales. *En* González-Stagnaro C., E. Soto Belloso y L. Ramírez-Iglesia (Eds). Avances en la Ganadería de Doble Propósito. Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela. pp. 497-514.

Castellanos F., C. S. Galina, J. A. Orihuela, R. Navarro-Fierro y R. Mondragón. 1997. Estrous expression in dairy cows and heifers (*Bos taurus*) following repeated PGF2α injection and choice of selecting a mounting partner. App. Anim. Beh. Sci., 51: 29-37.

DeJarnette J. M., R. R. Salverson y C. E. Marshall. 2001. Incidence of premature estrus in lactating dairy cows and conception rates to standing estrus or fixed-time inseminations after synchronization using GnRH and PGF2α. Anim. Rep. Sci., 67: 27-35.

Edmonson A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver y G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein Dairy Cows. J. Dairy Sci., 72:68-78.

Domínguez C., N. Martínez y O. Colmenares. 2004. Características reproductivas de rebaños bovinos de doble propósito en los llanos centrales. Zootecnia Trop., 22(2): 133-145.

Galina C. S., A. Calderón y M. McClosky. 1982. Detection of signs of estrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. Theriogenology, 17(5): 485-498.

Galina C. S., A. Orihuela e I. Rubio 1996. Behavioural trends affecting oestrus detection in Zebu cattle. Anim. Rep. Sci., 42: 465-470.

Geary T. W. y J. J. Reeves. 1992. Relative importance of vision and olfaction for detection of estrus by bulls. J. Anim. Sci., 70: 2726-2731.

Góngora A. y A. Hernández. 2006. Comportamiento sexual, duración del estro y del ciclo estral en novillas criollas sanmartineras y brahman del piedemonte llanero colombiano. Livestock Res. Rural Dev., 18(1) : //www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/1/gong18001.htm

González-Stagnaro C. 1992. Fisiología reproductiva en vacas mestizas de doble propósito. *En* González-Stagnaro C. (Ed). Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Fundación GIRARZ. La Universidad del Zulia. Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela. pp. 153-188.

González-Stagnaro C. 2000. Utilice el grupo sexual activo (GAS) y mejore la detección de los celos en las vacas. Venezuela Bovina, 15(47): 42-45.

González-Stagnaro C., N. Madrid-Bury y J. Goicochea-Llaque. 2002. Sistemas de manejo y eficiencia en la detección de celos en rebaños doble propósito. Rev. Cien. Fac. Cien.Vet. LUZ, 12(Supl. 2): 455-463.

Gwazdauskas F. C., J. A. Lineweaver y M. L. McGilliard. 1983. Environmental and management factors affecting estrous activity in dairy cattle. J. Dairy Sci., 66: 1510-1514.

Hurnik J. F., G. J. King y H. A. Robertson. 1975. Oestrus and related behaviour in postpartum Holstein cows. Appl. Anim. Ethol,, 2: 55-58.

Hurnick J. F. y G. J. King. 1987. Estrous behavior in confined beef cows. J. Anim. Sci., 65: 431-438.

Hurnik J .F., A. B. Webster y P.B. Siegel. 1995. Dictionary of Farm Animal Behavior. 2da ed. Iowa State University Press.

Lyimo Z. C., M. Nielen, W. Ouweltjes, T. A. M. Kruip y C. M. Van Eerdenburg. 2000. Relationship among estradiol, cortisol and intensity of estrous behavior in dairy cattle. Theriogenology, 53: 1783-1795.

Maquivar M., C. S. Galina y A. Orihuela. 2002. Cows treated with synchromate B may cluster their sexual behavior independent of follicular growth at time of oestrus. Physiol. Behavior, 76: 199-203.

Mulvany P. 1981. Dairy cow condition scoring. Nat. Inst. Res. Dairying. Handout No. 4468. Shinfield, Reading, UK.

Orihuela A. 2000. Some factors affecting the behavioral manifestation of oestrus in cattle: A review. Appl. Anim. Behaviour Sci., 70: 1-16.

Pennington J. A., J. L. Albright y M. A. Diekman. 1985. Sexual activity of Holstein cows: Seasonal effects. J. Dairy Sci., 68: 3023-3030.

Pires M., F. Ávila, N. G. Alves, J. M. Silva Filho, L. S. A. Camargo y R.S. Verneque. 2003. Estrus behaviour in Gir cows (Bos taurus indicus). Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 55(2): 187-196.

Rae D. O., P. J. Chenoweth, M. A. Giangreco, P. W. Dixon y F. L. Bennett. 1999. Assessment of estrus detection by visual observation and electronic detection methods and characterization of factors associated with estrus and pregnancy in beef heifers. Theriogenology, 51: 1121-1132.

Ramírez-Iglesia, L. N., F. B. Viera-Rosales, J. A. Martínez, A. Díaz de Ramírez, E. Soto-Belloso. 2002. Conducta sexual y signos del celo en ganadería mestiza de doble propósito. Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ, 12(Supl. 2): 431-433.

Rekwot P. I., D Ogwu, E. O. Oyedipe y V. O. Sekoni. 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. Anim. Rep. Sci., 65: 157-170.

SAS Institute. 1989. SAS/STAT User's Guide. Versión 6. 4ta ed, SAS Institute Inc. Cary, NC.

Sepúlveda Becker N. G. y E. Rodero Serrano. 2002. Evaluación de la detección del celo en explotaciones lecheras. Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ, 12(3): 169-174.

Solano J., A. Orihuela, C. S. Galina, F. Montiel y F. Galindo. 2005. Relationship between social behaviour and mounting activity of Zebu cattle (*Bos indicus*). Appl. Anim. Behaviour Sci., 94: 197–203.

Soto-Belloso E., G. Portillo Martínez, A. De Ondiz, N. Rojas, G. Soto Castillo, L. Ramírez Iglesia y F. Perea Ganchou. 2002. Improvement of reproductive performance in crossbred zebu anoestrus primiparous cows by treatment with norgestomet implants or 96 h calf removal. Theriogenology, 57: 1503-1510.

Soto-Belloso E., G. Portillo Martínez, A. De Ondiz Sánchez, N. Rojas, G. Soto Castillo, L. N. Ramírez-Iglesia, J. Aranguren y F. Perea Ganchou. 2000. Evaluación del comportamiento reproductivo mediante el uso de la progesterona por radioinmunoanálisis en vacas mestizas Cebú bajo programas de inseminación artificial en Venezuela. Rev. Cien. Fac Cien. Vet. LUZ, 10(5): 391-398.

Zootecnia Trop., 24(3): 297-306. 2006

Ondas foliculares ováricas en vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus x Bos taurus*), ubicadas en los llanos centrales venezolanos

Noris Roa[1*], Tiburcio Linares[2], Thais Díaz[2] y Franklin Chacín[3]

RESUMEN

El propósito de este estudio fue contribuir al conocimiento de la fisiología reproductiva en vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus* x *Bos taurus)*, localizadas en los Llanos Centrales de Venezuela, a través del estudio de la dinámica folicular ovárica durante el ciclo estral por ultrasonografía, en vacas multíparas. Se monitoreó el crecimiento folicular ovárico en 30 vacas multíparas durante 30 días consecutivos en la época de lluvias. La onda folicular se definió como el período entre la emergencia de dos folículos dominantes consecutivos. Se observaron ciclos con una (6,7%), dos (90,0%) y tres (3,3%) ondas de crecimiento folicular. Hubo diferencias significativas ($P<0,05$) en la duración del ciclo estral entre los ciclos que presentaron tres ondas foliculares (27,0 días) en comparación con los ciclos que presentaron una y dos ondas (20,6 22,3 días, respectivamente). No hubo diferencias en la duración del ciclo estral entre las vacas Brahman y Mestizas. La dinámica folicular en ambas razas se caracterizó por una mayor frecuencia de ciclos con dos ondas. La razón por la cual existen ciclos con 1, 2, 3 o más ondas no se conoce. Sin embargo, es posible que en aquellas vacas con mayores niveles de progesterona se presenten mayor número de ondas de crecimiento folicular. En conclusión, la dinámica folicular ovárica de vacas Brahman y

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Laboratorio de Fisiología de la Reproducción Animal. Apartado Postal 4653. Maracay 2101, Venezuela. *Correo electrónico: nroa@inia.gob.ve

[2] Instituto de Reproducción Animal e Inseminación Artificial, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela.

[3] Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela.

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

Mestizas ubicadas en los Llanos Centrales de Venezuela se caracterizó por presentar una mayor frecuencia de ciclos estrales con dos ondas foliculares.

Palabras clave: ondas foliculares, ciclo estral, ultrasonograma, mestizas (*Bos indicus x Bos taurus*), Brahman.

Ovarian follicular waves in Brahman and crossbred (*Bos indicus x Bos taurus*) cows, located in Venezuelan central plains

SUMMARY

The aim of this study was to contribute to the knowledge of reproductive physiology in Brahman and Crossbred *(Bos indicus* x *Bos taurus)* cows located in the Central lowlands of Venezuela, using a ultrasound study of follicular dynamics in multiparous cows during the estrous cycle. Follicular growth and atresia were monitored in 30 multiparous cows during 30 consecutively days during the rainy season. The follicular wave was identified using the dominant follicle of each wave. Estrous cycles with one (6.7%), two (90.0%) and three (3.3%) follicular waves were observed. There was a difference ($P<0.05$) in estrous cycle length according the number of follicular waves, observing that estrous cycles with three waves were longer (27.0 days) than cycles with one or two waves (20.6 22.3 days, respectively). There was no difference ($P>0.05$) between Brahman and Crossbred cows, in estrous cycle length. Follicular dynamics in both breeds were characterized by a higher incidence of cycles with two waves. The reason for which cycles exist with 1, 2, 3 or more waves are not known. However, it is possible that in those cows with high progesterone levels present high number of follicular waves. In conclusion, the ovarian follicular dynamic of Brahman and Crossbred cows located in Central Plains of Venezuela was characterized to present a bigger frequency of estrous cycle with two follicular waves.

Key words: follicular waves, estrous cycle, ultrasound, crossbred *(Bos indicus x Bos Taurus)*, Brahman.

INTRODUCCIÓN

La dinámica folicular es uno de los procesos mas importantes en la fisiología ovárica, y ha sido ampliamente estudiada en las razas europeas (*Bos taurus*) (Ginther *et al.*, 1989; Knopf *et al.*, 1989; Taylor y

Rajamahendran, 1991; Badinga *et al.*, 1994). Sin embrago, el número de reportes en ganado mestizo (*Bos indicus*) y sus cruces son limitados (Perea *et al.*, 1998; Chase *et al.*, 1998), especialmente en el principal cruce doble propósito (carne-leche; Mestizas *Bos indicus x Bos taurus*) presente en los Llanos Centrales de Venezuela.

La fisiología reproductiva de las vacas mestizas difiere en algunos aspectos de la fisiología de las razas Europeas; por ejemplo se han reportado diferencias en las características del área del tejido luteal (Pathiraja *et al.*, 1986), diámetro del folículo dominante (Barros *et al.*, 1995; Figueiredo *et al.*, 1997), duración del estro (Medrano *et al.*, 1996) y momento de la ovulación (Pinheiro *et al.*, 1998). El conocimiento de esas diferencias es muy importante para el establecimiento de parámetros adecuados de evaluación, el manejo de los procedimientos de estos tipos raciales, y también para el desarrollo de nuevas tecnologías que incrementen la eficiencia reproductiva del rebaño.

El objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento de la fisiología reproductiva en vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus x Bos taurus)*, localizadas en los Llanos Centrales de Venezuela, a través del estudio de la dinámica folicular ovárica por ultrasonografía en vacas multíparas durante el ciclo estral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante este estudio se evaluó un ciclo estral en 30 vacas multíparas, 15 Mestizas (*Bos indicùs* x *Bos taurus*) y 15 Brahman, con 5 años de edad promedio, peso vivo promedio de 380 kg, con condición corporal entre 5-6 de la escala 1 = emaciado y 9 = obesa (Nicholson y Butterworth, 1986) durante la época de lluvias, en una finca comercial ubicada en la región nor-oriental del estado Guárico con 9º 25´ N, 60º 55´ O y a 160 msnm. La región es clasificada como bosque seco tropical con temperaturas promedio de 34,5ºC y 32,8 ºC para la época de sequía y lluvias, respectivamente, con promedio anual máximo de 33,7º C y 22,5º C como mínimo. La humedad relativa máxima y mínima, promedio para la época de sequía es de 85,4% y 56,2%, respectivmente y para época de lluvias de 92,2% y 61,8%, respectivamente, con una velocidad media de los vientos de 11,38 km/h, en la época de sequía y 8,06 en la época de lluvias. La precipitación total para la época de sequía es 91 mm y 541 mm para la época de lluvias, con un total anual de 632 mm, correspondiente al año 2000 (FAV, 2002). Los animales fueron mantenidos a pastoreo rotativo, durante 21 h diarias, en potreros con combinaciones de pasto guinea (*Panicum maximum*) 20%, sorgo granero

(*Sorghum vulgare)* 25%, maíz (*Zea mayz*) 25%, yaraguá (*Hyparrhenia rufa*) 10%, Jhonson (*Sorghum halepense*) 10%, y leguminosas (varias) 10%. Los animales fueron estabulados por 3 horas AM diariamente, recibiendo 3 kg/día de un alimento concentrado comercial con 18% de proteína cruda, de acuerdo a los requerimientos del NRC (1989). Se les suministró agua y mezcla de sales minerales *ad libitum* y vía parenteral recibieron 6 mL de vitaminas A, D_3 y E, al inicio del protocolo de sincronización del celo.

Se sincronizó el estro usando el siguiente protocolo: el día 0 se aplicó 100 µg i.m. de GnRH (acetato de fertirelin) y 25 mg de prostaglandina-$F_2\alpha$ ($PGF_2\alpha$) 7 d después de la administración de GnRH (Wolfenson *et al.*, 1994; Thatcher *et al.*, 1998; Moreira *et al.*, 2000). Se observó celo durante una hora con intervalos de 8-12 horas, desde el primer al séptimo día después de la inyección de $PGF_2\alpha$. Se consideró que la vaca estaba en celo cuando aceptó la monta ó se dejo montar por otra vaca o por el toro. Se observó el día de aparición del 1er y 2do celo consecutivo presentado, confirmando ambas ovulaciones por ultrasonografía, para determinar la duración del ciclo estral. Se examinaron los ovarios con un equipo de ultrasonografía portátil (SIUI CTS, China) equipado con una sonda lineal transrectal de 7,5 MHz a partir del día 0 (celo) y una vez diaria hasta la próxima ovulación. Las imágenes obtenidas de las estructuras ováricas fueron diagramadas en mapas ováricos dibujados durante el examen, dependiendo de la localización relativa de folículos ≥ 2 mm y el cuerpo lúteo (CL) para cada ovario (Knopf *et al.*, 1989; Díaz *et al.*, 1998; Chase *et al.*, 1998).

La ovulación fue determinada por la desaparición del folículo dominante y la subsiguiente formación de un CL en la misma localización, en el ovario. El folículo dominante de cada onda folicular fue definido como el nuevo folículo ovárico que emergió y que luego de una fase de crecimiento lineal fue 2 mm más grande que el segundo folículo de mayor tamaño (Sirois y Fortune, 1990). Los folículos subordinados fueron definidos como los originados de la misma onda folicular del folículo dominante, siendo observados dentro de los 2 días subsiguientes a la primera detección del folículo dominante. Se estimó el diámetro máximo del folículo dominante de las diferentes ondas foliculares durante el ciclo estral, usando el sistema de medición del equipo de ultrasonografía.

El número de ondas foliculares fue determinado con base en el número de folículos dominantes que se desarrollaron durante el ciclo estral (Díaz *et al.*, 1998). La onda de crecimiento folicular fue identificada por la emergencia y crecimiento de un folículo dominante acompañado de un grupo de folículos de menor tamaño, llamados folículos subordinados (Álvarez *et al.*, 2000).

Los datos se analizaron a través de modelos mixtos (mediciones repetidas) con la finalidad de modelar la estructura de la matriz de varianza-covarianza (Littell *et al.*, 1998; SAS, 2001). El número de folículos dominantes durante el ciclo estral, se analizó a través de la prueba no paramétrica de Kruskall-Wallis, debido a la distribución de esta variable, considerando la raza, como fuente de variación. La frecuencia de ciclos estrales de una, dos y tres ondas foliculares fueron comparados usando la prueba de Chi cuadrado, considerando los efectos de grupo racial (Statistica, 1995; Statistix, 1996; SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo estral presentó una duración promedio de 22,17 ± 2,29 días (CV: 10,3%), no habiendo efecto de tipo racial (Brahman vs. Mestiza; Cuadro 1; P>0,05). De acuerdo al número de ondas foliculares observadas durante el ciclo estral, una (6,7%), dos (90,0%) y tres (3,3%), la duración del ciclo estral con tres ondas foliculares (27,0±1,53 días) fue diferente significativamente (P<0,05), en comparación con la duración del ciclo con una y dos ondas foliculares (20,6±0,58 22,3±2,20 días, respectivamente) (Cuadro 2), contrastando con los valores reportados por Perea *et al.* (1998) de 23, 14 y 20 días, respectivamente, pudiendo ser causa de esta diferencia que estos autores solo evaluaron hembras mestizas DP, a diferencia que en el presente trabajo además de las vacas mestizas DP, se incluyeron vacas Brahman. Estas vacas presentaron una tendencia de ciclos estrales más largos, comparada al de las vacas mestizas DP (Cuadro 1) y coincidiendo con Álvarez *et al.* (2000) quienes reportan una mayor duración del ciclo estral a medida que aumenta el número de ondas foliculares que se desarrollan durante el ciclo estral (20,9±0,47 y 18,7±0,44 días en ciclos con 3 y 2 ondas foliculares, respectivamente). Para cada uno de los casos se observaron las tres fases de crecimiento folicular (reclutamiento, selección y dominancia).

La distribución de las vacas con una, dos o tres ondas foliculares por cada ciclo estral, determinadas con base al número de folículos dominantes desarrollados durante el ciclo estral, no fue influenciado por el tipo racial (χ^2= 4,36; P>0,05; Cuadro 3), aunque hay una tendencia para la raza Brahman de presentar mayor proporción de ciclos estrales con una onda folicular, mientras que la raza Mestiza presentó mayor proporción de ciclos estrales con dos ondas foliculares que pareciera ser, en términos de eficiencia, el "regular" o el "mejor" ciclo estral presentado para la condiciones agroclimáticas en que se realizó el ensayo por este tipo racial.

Esta situación podría explicarse debido a que el tipo racial mestizo indeterminado pareciera expresar su mejor capacidad de adaptación al clima tropical y a la alimentación de la zona, a través de su mestizaje, lo cual se refleja en su eficiencia reproductiva con la presentación de un mayor número de ciclos estrales con dos ondas foliculares (regulares).

Cuadro 1. Duración del ciclo estral según tipo racial

Raza	Hembras	Ciclo estral ± DE	CV
	Numero	días	%
Brahman	15	22,20 ± 2,65	11,9
Mestiza	15	22,13 ± 1,92	8,67
Total	30	22,17 ± 2,29	10,28

Cuadro 2. Duración de los ciclos estrales según el número de ondas de crecimiento folicular observadas

Ondas foliculares, Numero	Hembras	Ciclo estral
	Numero	días
1	2	20,6 ± 0,58b†
2	27	22,3 ± 2,20b
3	1	27,0 ± 1,53a
Total	30	

† Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05)

Los hallazgos en hembras Brahman concuerdan con los resultados reportados por Perea *et al.* (1998) y Álvarez *et al.* (2000), en los cuales se observó un patrón predominante de dos ondas foliculares durante el ciclo estral. Sin embargo, el porcentaje de vacas Brahman con desarrollo de dos ondas foliculares (86,7%) en este estudio fue mayor que los reportados por Álvarez *et al.* (2000), Zeitoun *et al.* (1996) y Figueiredo *et al.* (1997). Las razones de esta discrepancia no están claras, pero puede ser debida a que este estudio fue conducido durante la época de lluvias en el estado Guárico, Venezuela, mientras que Zeitoun *et al.* (1996) lo realizaron durante la primavera (mayo) y otoño (octubre) en Texas, USA y Figueiredo *et al.* (1997) durante invierno (julio y agosto) en Brasil. Se han reportado

diferencias en el número y tamaño de los folículos antrales en vacas Brahman, debido a diferencias estacionales (Lammoglia *et al.*, 1996).

Cuadro 3. Número de ondas foliculares por ciclo estral, según tipo racial

Ondas foliculares, Numero	Ciclos estrales Tipo racial	
	Brahman	Mestiza DP
	Numero	
1	2 (13,3%)	0 (00,0%)
2	13 (86,7%)	14 (93,4%)
3	0 (12,0%)	1 (6,6%)

(χ^2 = 4,36; P>0,05)

Asimismo, las diferencias del estatus nutricional de la vacas en los diferentes estudios, también podrían explicar las discrepancias observadas. En el presente estudio, las vacas tuvieron libre acceso al pasto de los potreros, siendo suplementadas al momento del examen de ultrasonografía diariamente, aunque Zeitoun *et al.* (1996) y Figueiredo *et al.* (1997) también suplementaron las vacas con alimento concentrado.

Para el caso de la vaca que desarrolló tres ondas foliculares, Díaz *et al.* (1998) señalan que es consecuencia de un mayor crecimiento de folículos, como consecuencia de mayores niveles de progesterona. Ginther *et al.* (1989) señalan que el número de ondas foliculares desarrolladas durante el ciclo estral en la vaca es regulado por la duración de la fase luteal del ciclo. Generalmente, los ciclos estrales con tres y cuatro ondas foliculares, poseen fases luteales más prolongadas, en comparación con los ciclos con dos ondas foliculares (Sirois y Fortune, 1988; Ginther *et al.*, 1989; Zeitoun *et al.*, 1996), observándose que la extensión artificial de la fase luteal con progesterona exógena, ha desarrollado ciclos estrales con cuatro o cinco ondas foliculares (Sirois y Fortune, 1990). A pesar de las dramáticas diferencias en el número y patrón de crecimiento de los folículos que existen en las diferentes razas, el factor determinante en el número de ondas foliculares durante el ciclo estral es la concentración de P4 durante la fase luteal (Díaz *et al.*, 1998).

CONCLUSIONES

La dinámica folicular ovárica de vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus* x *Bos taurus*) ubicadas en los Llanos Centrales de Venezuela se

caracteriza por presentar una mayor frecuencia de ciclos estrales con dos ondas foliculares.

LITERATURA CITADA

Álvarez P., L. J. Spicer, C. C. Chase Jr, M. E. Payton, T. D. Hamilton, R. E. Stewart, A. C. Hammond, T. A. Olson y R. P. Wettemann. 2000. Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. J. Anim. Sci., 78: 1291-1302.

Badinga L., W. W. Thatcher, C. J. Wilcox, G. Morris, K. Entwistle y D. Wolfenson. 1994. Effect of season on follicular dynamics and plasma concentrations os estradiol-17 β, progesterone and luteinizing hormone in lactating Holstein cows. Theriogenology, 42(8): 1263-1274.

Barros, C. M., R. A. Figuereido, O. L. Pinheiro. 1995. Estro, ovulação e dinâmica follicular em zebuínos. Rev. Bra. Repr. Anim., 19(1/2): 9-22.

Chase C. C. Jr., C. J. Kirby, A. C. Hammond, T. A. Olson y M. C. Lucy. 1998. Patterns of ovarian growth and development in cattle with a growth hormone receptor deficiency. J. Anim. Sci., 76: 212-219.

Díaz T., E. J. Schmitt, R. L. de la Sota, M. J. Thatcher y W.W. Thatcher. 1998. Human chorionic gonadotropin-induced alterations in ovarian follicular dynamics during the estrous cycle of heifers. J. Anim. Sci., 76: 1929-1936.

Figueiredo R. A., C. M. Barros, O. L. Pinheiro y J. M.P Soler. 1997. Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (Bos indicus) cattle. Theriogenology, 47: 1489-1505.

FAV (Fuerza Aérea Venezolana). 2002. Reportes meteorológicos anuales del servicio de meteorología de la base aérea de Carrizal, estado Guárico. p3.

Ginther O. J., L. Knopf y J. P Kastelic. 1989. Temporal associations among ovarian, events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. J. Reprod. Fertil., 87: 223-230.

Knopf L., J. P. Kastelic, E. Schallenberg y O. J. Ginther. 1989. Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. Domest. Anim. Endocrinol., 6: 111-119.

Lammoglia M. A., S. T. Willard, J. R. Oldham y R. D. Randel. 1996. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. J. Anim. Sci., 74: 2253-2262.

Littell, R. C., P. R. Henry y C. B. Ammerman. 1998. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. J. Anim. Sci. 76:1216-1231.

Medrano E. A., O. Hernandez, C. Lamothe y C. S. Galina. 1996. Evidence of asynchrony in the onset of signs of oestrus in zebu cattle treated with a progestogen ear implant. Res.Vet. Sci., 60(1): 51-54.

Moreira F., R. L. de la Sota, T. Díaz y W. W. Thatcher. 2000. Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. J. Anim. Sci., 78: 1568-1576.

NRC (National Research Council). 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 5ta ed. National Academy of Science. Washington DC.

Nicholson M. J. y M. H. Butterworth. 1986. A Guide to Condition Scoring of Zebu Cattle. International Livestock Center for Africa. Addis Ababa, Etiopia.

Pathiraja N., E.O. Oyendipe, A.A. Vohjunior y P.M. Dawuda. 1986. Accuracy of rectal palpation in the diagnosis of corpora lutea in Zebu cows. Bri. Vet. J., 142(5): 467-471.

Perea F., R. González, R. Cruz, E. Soto, E. Rincón, C. González y P. Villamediana. 1998. Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular en vacas y en novillas mestizas. Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ, 8(1): 14-24.

Pinheiro O. L., C. M. Barros, R. A. Figueiredo, E. R. Valle, R. O. Encarnação y C.R. Padovani. 1998. Estrus behavior and the estrus-to-

ovulation interval in Nelore cattle (Bos indicus) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2α or norgestomet and estradiol valerate. Theriogenology, 49(3): 667-681.

Sirois J. y J. Fortune. 1988. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. Biol. Reprod., 39: 308-317.

Sirois J. y J. Fortune. 1990. Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone: a model for studying ovarian follicular dominance. Endocrinology, 127: 916-925.

SAS Institute. 2001. SAS/STAT User's guide. Release 8.02. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Statistica. 1995. Program manual. Statsoft, Tulsa, OK

Statistix. 1996. Program manual. Analytical Software, Tallahassee, FL.

Taylor C. y R. Rajamahendran. 1991. Follicular dynamics, corpus luteum growth and regression in lactating dairy cattle. Can. J. Anim. Sci., 71: 61-68.

Thatcher W. W., F. Moreira, Ch. Staples, C. Risco, T. Díaz, D. Ambrose y A. Adams. 1998. Fisiología y endocrinología de la reproducción para mejorar la eficiencia reproductiva en el ganado bovino. En González-Stagnaro C., N. Madrid-Bury y E. Soto Belloso (Eds). Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. pp. 445-480.

Wolfenson D., W. Thatcher, J. D. Savio, L. Badinga y M. C. Lucy. 1994. The effect of GnRH analogue on the dynamics of follicular development and synchronization of estrus in lactating dairy cows. Theriogenology, 42: 633-656.

Zeitoun M. M., H. F. Rodriguez y R. D. Rental. 1996. Effect of season on ovarian follicular dynamics in Brahman cows. Theriogenology, 45: 1577-1581.

Zootecnia Trop., 24(3): 307-320. 2006

Composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales

Alejandro Salvador[1*], Gonzalo Martínez[2], Carlos Alvarado[1] y Martin Hahn[1]

RESUMEN

Se evaluaron 104 muestras de leche pertenecientes a las lactancias de cabras mestizas Canarias, de la Unidad Experimental de Producción Caprina, de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela con el objeto de caracterizar la composición de la leche de cabra en condiciones tropicales. Se determinó el contenido porcentual de grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos, humedad, cenizas, caseína, y cloruros, y las características de pH, acidez, crioscopia, Wisconsin Mastitis test, producción de leche por día, producción de leche total y días en lactancia. Los resultados mostraron gran variabilidad en todos los componentes y la producción de leche. Se observó una correlación positiva entre los componentes sólidos de la leche entre si, así como con las propiedades de la leche a excepción de la crioscopia. En la medida que aumenta la producción de leche disminuyen los componentes sólidos de la leche, y se observa una tendencia de aumento en los componentes de la leche con el aumento de los días en lactancia.

Palabras clave: composición de leche, cabra, correlación, Venezuela.

Milk composition of Canarian crossbred goats on tropical conditions

[1] Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela. *Correo electrónico: salex_77@cantv.net

[2] Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela.

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

SUMMARY

Milk production and composition were analyzed using 104 observations of Canarias crossbred goats, from Unidad Experimental de Producción Caprina, of Facultad de Ciencias Veterinarias; Universidad Central de Venezuela. Every month from the start of a individual lactation, daily milk yields were recorded and individual milk samples were taken to determining concentrations of: fat, protein, total solids, water, nonfat solids, ash, casein, and chlorides, pH, acidity, cryoscopy, Wisconsin Mastitis test, daily milk, milk yield and days in milk. Results show that all components and milk production were very variable. Correlation among solid components of milk were positives as well as with characteristics of milk except cryoscopy. When milk production increases, solid components of milk decrease, and with an increase in days of milk increases components of milk.

Key words: milk composition, goat, correlation, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La población caprina en América esta estimada en 39 millones de cabezas, de las cuales el 57% está localizado en América Latina. Venezuela tiene una población estimada de 1.320.000 de caprinos (FAO, 2005), lo cual la hace el cuarto país de América Latina en población. Esto probablemente se deba a que los sistemas de producción caprina se adaptan bien a las zonas de vida áridas y semiáridas, por lo cual tienen un nicho ecológico natural abundante en Venezuela, este tipo de zona de vida tiene una superficie de 41.023 km^2, lo cual representa el 4,8% del territorio nacional, representado básicamente por los estados Lara, Falcón y Zulia.

La característica principal es que el 94% de los sistemas de producción caprinos son de tipo extensivo – tradicionales, con producciones de leche muy bajas básicamente para autoconsumo (Blanchard, 2001). Estos sistemas de producción se caracterizan además por la utilización de cabras del tipo Criollo, ausencia de prácticas racionales de manejo de los rebaños, con pastoreo en vegetación natural, muy baja productividad de los rebaños con producciones de carne en el orden de los 6 kg/canal, en cabritones de 5 ó 6 meses de edad y de 200 a 250 g leche/día, en lactancias que no sobrepasan los 100 días. A pesar de esto, esta especie tiene un gran potencial socioeconómico en la población, ya que aparte de poder utilizar ecosistemas no útiles para otras especies domesticas, sus productos derivados de la leche, principalmente quesos tienen un alto valor agregado y que adicionalmente la leche de cabra, tiene la ventaja de ser mucho más digerible para los pacientes

que no toleran la leche de vaca por alergia a sus proteínas (Infante *et al.*, 2003; Haenlein, 1996) o por el tamaño de sus glóbulos de grasa, más pequeños (aproximadamente 2 µm) que los de vaca (aproximadamente de 2,5 a 3,5 µm) y a la ausencia de la proteína Aglutina, la cual une los glóbulos de grasa, todo lo cual la hace una leche mucho más digerible (Attaie y Richter, 2000).

Debido a este potencial es importante evaluar las características de la leche de cabra en el país, lo cual esta bien estudiado en países de clima templado, pero no en países tropicales como Venezuela. La caracterización de esta leche constituye un aporte importante al conocimiento de este recurso de interés zootécnico. En base a esto se plantearon los siguientes objetivos:

1. Caracterizar la leche (grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos, humedad, cenizas, caseína, cloruros, pH, acidez, crioscopia, Wisconsin mastitis test) de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales.
2. Estimar el grado de asociación entre las características de la leche y la producción de leche el día de la muestra, la producción total y los días en lactancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 104 muestras pertenecientes a las lactancias de 18 cabras mestizas Canarias, entre 1 y 4 partos, pertenecientes a la Unidad Experimental de Producción Caprina de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay, estado Aragua, Venezuela. La leche procedía de cabras mestizas Canarias 3/4 y 5/8 y fueron sometidas al mismo manejo zootécnico y sanitario: Todos los partos ocurrieron en el mes de septiembre, siendo alimentadas *ad libitum* con heno de pasto Bermuda con 13% de proteína cruda y 500 g de alimento concentrado con 11% de proteína cruda.

Los animales se mantuvieron en confinamiento en corrales de 64 m^2 durante todo el ensayo. Se ordeñaron una vez al día y estuvieron sometidas a un régimen de amamantamiento restringido, ordeñándose a las 8:00 AM a fondo, permaneciendo con sus crías desde el ordeño hasta las 4:00 PM donde se separaron hasta el próximo ordeño.

Se tomó una muestra de 300 mL de leche homogénea (una vez medida la producción total de ese día en g) de cada cabra una vez al mes

durante su lactancia y se analizaron individualmente en el laboratorio de la Planta de Lácteos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela. Para caracterizar las muestras de leche se utilizaron las siguientes metodologías:

1. Determinación de Acidez Titulable: Se utilizó el método descrito por la norma COVENIN 658-97 (Fondonorma, 1997).
2. Determinación del pH: Se utilizó el método potenciométrico (Alvarado, 2001), según el cual el potencial se mide directamente en término de pH en la escala de un potenciómetro calibrado con una solución buffer de pH conocido (4 ó 7). Se utilizó el pHmetro marca Orión modelo SA520.
3. Determinación de Crioscopia: El punto crioscópico (°H) se determinó con un Crioscopio marca Advanced DigiMatic Milk 4D2. Se transfirieron 2 mL de la muestra homogeneizada a un tubo de ensayo y se colocó en el equipo para iniciar el enfriamiento. El electrodo detecta el punto de congelación, según COVENIN 940-82 (Fondonorma 1982).
4. Determinación de Grasa: Se utilizó la metodología de Babcock, descrita en la norma de COVENIN 931-77 (Fondonorma, 1977), la cual se basa en la solubilidad de todos los componentes de la muestra, a excepción de la grasa y otras sustancias lipoides en el ácido sulfúrico. Los resultados se expresan en porcentaje.
5. Determinación de Proteínas Totales: Se siguió el método de Kjeldhal descrito en la norma COVENIN 370-97 (Fondonorma, 1997) y AOAC (1990). Este método se basa en la reacción de las sales amoniacales que en presencia de una base fuerte o débil liberan amoníaco, el cual se recoge en un líquido receptor y luego se titula con un ácido estándar. Los resultados se expresaron como porcentaje de proteína, multiplicando los mL de H_2SO_4 (convertidos a mL de N) por 6,38.
6. Determinación de Sólidos Totales: El contenido de sólidos totales se determinó gravimétricamente, según metodología descrita en la norma COVENIN 932-82 (Fondonorma, 1982), fundamentada en la diferencia de pesos una vez desecado el producto.
7. Determinación de humedad: El porcentaje de humedad se determinó por diferencia entre el porcentaje total y el porcentaje de sólidos totales.
8. Determinación de cenizas: Las cenizas (% p/v) se cuantificaron mediante incineración en mufla, según metodología AOAC (1990).

9. Sólidos No Grasos: Los sólidos no grasos se calcularon por diferencia entre los sólidos totales y el porcentaje de grasa (Alvarado, 2001).

Por el método de correlación de Pearson (Sndeccor y Cochran, 1989) se determinaron las relaciones entre los componentes de la leche, las propiedades de la leche, los componentes de la leche con las propiedades de la leche, la producción de leche el día de la muestra con los componentes y propiedades de la leche, los días en producción con los componentes y propiedades de la leche, los días en producción con la producción de leche por día y los días en lactancia con la producción total. Para todos los análisis se utilizó el paquete estadístico SAS versión 6.12 (SAS, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se resumen algunas características de la lactancia y propiedades de la leche. La producción total por lactancia promedio fue de 188,51 ± 98,32 kg con una duración de 212,29 ± 85,19 días, superior a los resultados obtenidos por Banda *et al.* (1992) en Malawi con cabras mestizas no lecheras (75,7 kg), pero ligeramente inferiores a los resultados obtenidos por Álvarez y Paz (1998) con cabras mestizas lecheras (razas Alpino Francés y Nubian) en Argentina (233,8 kg en 216,09 días en lactancia) y muy inferiores a los reportados por Barba *et al.* (2001) con cabras Canarias en las Islas Canarias en España (554,71 kg).

En referencia al contenido porcentual de grasa, la media fue de 4,82 ± 1,02% lo cual coincide con los valores obtenidos por Barba *et al.* (2001), (4,55%) y con los de Álvarez y Paz (1998) en cabras altas productoras (4,91%), ligeramente inferiores (5,29%) cuando se comparan con el promedio de todas las cabras (altas y bajas productoras) y muy por debajo de los valores obtenidos por Banda *et al.* (1990) con cabras no especializadas hacia la producción de leche, ya que al ser cabras no lecheras su producción de leche es baja pero es alto el porcentaje de los componentes de la leche.

El contenido porcentual de proteína fue de 3,89 ± 0,66 observándose las mismas tendencias que con el contenido de grasa al compararlo con los trabajos anteriores e inferiores a los resultados de Farias *et al.* (1999) de 4,51 en Venezuela. El porcentaje de caseína fue de 2.89 ± 0.52, superior a los presentados por St-Gelais *et al.* (1999) y Chiatti *et al.* (2006) (2,26 y 2,19, respectivamente).

Cuadro 1. Producción total, duración de la lactancia y características de la leche de cabra en condiciones tropicales

Variable	Media	DE
Producción Total (kg)	188,51	98,32
Días en Lactancia	212,29	85,19
Características		
Crioscopia (°H)	-0,56	0,01
Acidez	20,62	3,65
pH	6,83	0,24
WMT†	8,12	7,32
Componentes		
Humedad (%)	86,35	1,58
Cenizas (%)	0,70	0,09
Caseína (%)	2,89	0,52
Proteína (%)	3,89	0,66
Grasa (%)	4,82	1,02
Sólidos Totales (%)	13,64	1,58
Sólidos no grasos (%)	8,80	1,16
Cloruros (%)	0,90	0,02

† WMT: Wisconsin Mastitis Test

En cuanto a los sólidos totales presentaron valores similares a los reportados por Harris y Springer (2003) de 13,64% y se obtuvieron valores menores con respecto a los descritos por Banda *et al.* (1990) de 17,4%, probablemente por la misma razón antes citada. Los sólidos no grasos representaron el 64% de los sólidos totales.

En la Figura 1 se observa la producción de leche, el porcentaje de grasa, proteína y sólidos no grasos de la leche de cabra durante la lactancia, en la cual se puede apreciar la gran variabilidad que hay en la producción diaria de leche, lo cual concuerda con lo observado por Álvarez y Paz (1998). Los componentes de la leche tuvieron un comportamiento similar durante la lactancia con lo descrito por Banda *et al.* (1990), el porcentaje de humedad y sólidos totales se mantienen constantes durante la lactancia, mientras que los contenidos de grasa, proteína, cenizas, sólidos totales y no grasos aumentan ligeramente en la medida que disminuye la producción de leche, debido a la correlación negativa que existe entre los sólidos de la leche y la producción de leche.

En la Figura 2 se observan las características de la leche durante la lactancia. El pH se mantuvo constante durante la lactancia, aunque la acidez titulable tendió a aumentar a lo largo de la lactancia, lo mismo que la mastitis, probablemente por algunos casos aislados de cabras con mastitis subclínica. Sin embargo, al final de la lactancia aumenta el número de células

somáticas en la leche lo cual aumenta el valor del WMT sin ser indicativo de una patología (Zeng y Escobar, 1995; Salama *et al.*, 2003; Droke *et al.*, 1993). La crioscopia se mantuvo constante durante toda la lactancia, señal de que no hubo adulteraciones de la leche.

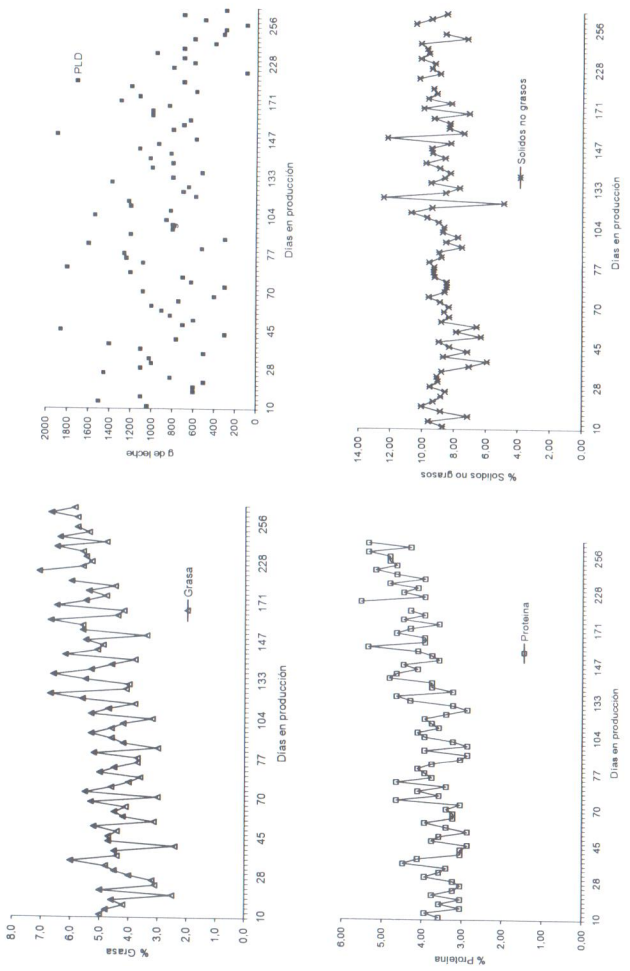

Figura 1. Producción de leche (PLD), porcentaje de grasa, proteína y sólidos no grasos en el día de la muestra de cabras mestizas Canarias durante la lactancia.

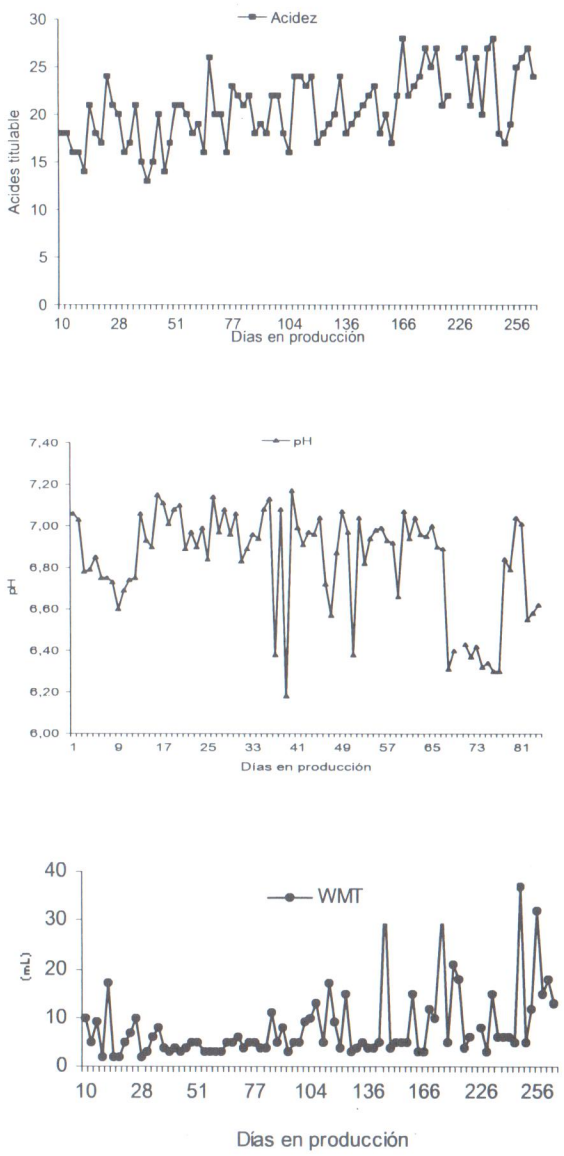

Figura 2. Características de la leche de cabras mestizas Canarias durante la lactancia

En el Cuadro 2 se muestran las correlaciones entre los componentes de la leche y las características químicas de la leche de cabra en condiciones tropicales, donde se aprecia la alta correlación positiva que existe entre la grasa y todos los demás componentes de la leche, a excepción del porcentaje de humedad con el cual presenta una correlación negativa. Las correlaciones positivas más elevadas de este componente fueron con los sólidos totales y sólidos no grasos ya que la grasa es el componente mayoritario de la leche. Estos resultados difieren de los obtenidos por Zumbo *et al.* (2004) donde no observaron correlación entre el contenido de grasa y proteína.

La proteína también mostró una alta correlación positiva con todos los demás componentes a excepción de los cloruros y cenizas. Los sólidos totales mostraron una alta correlación positiva con los sólidos no grasos y una correlación negativa perfecta con el contenido de humedad, como era de esperarse. Esta misma tendencia se observó con el contenido de cenizas. Los sólidos no grasos tuvieron una alta correlación negativa con la humedad, aunque no tan alto como los sólidos totales, pues falta el contenido de grasa.

Cuadro 2. Correlaciones entre los componentes de la leche y correlaciones entre características químicas de la leche de cabras mestizas Canarias

Componentes	Proteína	Caseína	Sólidos totales	Sólidos no grasos	Cloruros	Humedad	Cenizas
Grasa	0,58**	0,62**	0,68**	0,64**	0,26**	- 0,68**	0,34**
Proteína		0,71**	0,54**	0,21*	0,08	- 0,54**	0,19
Caseína			0,68**	0,39**	0,24*	- 0,68**	0,39**
Sólidos totales				0,76**	0,11	- 1,00**	0,49**
Sólidos no grasos					- 0,06	- 0,76**	0,36**
Cloruros						- 0,11	0,10
Humedad							- 0,49**
	Acidez	WMT	pH				
Crioscopia	- 0,25*	-0,30**	0,33**				
Acidez		0,19	- 0,31**				
WMT†			0,02				

† WMT: Wisconsin Mastitis Test
** P<0,01, * P<0.05

El contenido de ceniza tuvo correlaciones positivas con todos los componentes de la leche a excepción del contenido de humedad.

En cuanto a las correlaciones entre las propiedades de la leche entre si, se observó que la crioscopia tuvo una correlación negativa con la acidez y con mastitis, pero positiva con pH, lo cual con cuerda con los resultados de Zumbo *et al.* (2004).

En el Cuadro 3 se observa la correlación entre los componentes de la leche y sus características químicas, donde se aprecia que la crioscopia tuvo una correlación negativa con todos los componentes de la leche. La acidez tuvo una correlación positiva con todos los componentes de la leche a excepción de los cloruros y la humedad, lo cual concuerda con los resultados de Zumbo *et al.* (2004), que obtuvieron resultados similares, pero menores en la correlación entre acidez y grasa.

En relación a la correlación entre mastitis y todos los componentes de la leche fue positiva a excepción de la humedad que fue negativa, lo cual parece indicar que a medida que aumentan los sólidos de la leche aumentan los resultados en el WMT y la acidez de la leche. Al contrario el pH tuvo una correlación negativa con todos los componentes a excepción del contenido de humedad, lo cual es lógico pues si aumenta la acidez disminuye el pH.

Cuadro 3. Correlación entre los componentes y las características químicas de la leche de cabras mestizas Canarias

Componentes (%)	Características			
	Crioscopia	Acidez	WMT†	pH
Grasa	- 0,33**	0,41**	0,27**	- 0,23**
Proteína	- 0,38**	0,57**	0,37**	- 0,11
Caseína	- 0,31*	0,55**	0,39*	- 0,35**
Sólidos totales	- 0,34**	0,48**	0,38**	- 0,32**
Sólidos no grasos	- 0,16	0,29**	0,28**	- 0,25*
Cloruros	- 0,04	- 0,06	0,30**	- 0,05
Humedad	0,34**	- 0,48**	- 0,38**	0,32**
Cenizas	- 0,25*	0,24*	0,28**	- 0,40**

† WMT: Wisconsin Mastitis Test
** P<0,01, * P<0.05

En el Cuadro 4 se observa la correlación entre los componentes y propiedades químicas de la leche de cabra con la producción de leche diaria,

los días en lactancia y la producción de leche total. Aunque no se encontraron diferencias significativas (P>0,05) entre la producción de leche total y los componentes y propiedades de la leche, se observo una correlación leve negativa entre los días en lactancia con el contenido de cloruros y humedad (-0,24 -0,21 respectivamente; P<0,05) y positiva con caseína (0,28; P<0,05) y acidez (0,26; P<0,05), lo cual coincide con los resultados de Grossman *et al.* (1986) y con acidez y mastitis, indicando que a medida que aumentan los días en lactancia aumenta la cantidad de células somáticas presentes en la leche (detectadas mediante WMT) y la acidez, al igual que lo indicaron Fekadu *et al.* (2005) con contaje de células somáticas directamente.

La producción de leche diaria presentó una correlación negativa altamente significativa (P<0,01) con todos los componentes de la leche, excepto los sólidos no grasos, cloruros y humedad (que en este caso fue positiva P<0,01), lo cual coincide con los resultados de Donkin (2003) y Zumbo *et al.* (2004). La correlación entre la producción de leche por día con los días en producción fue 0,32 (P<0,01), lo cual indica que en la medida que las cabras producen más por día duran más los días en lactancia. De igual manera, la correlación entre los días en lactancia y la producción de leche total fue 0,81 (P<0,01), lo cual demuestra que a medida que aumentan los días en producción aumenta la producción de leche total.

CONCLUSIONES

Los resultados de este ensayo muestran que la leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales esta dentro de los parámetros normales citados en la literatura en condiciones similares o no, sin embargo tanto los componentes como la producción de leche muestra una gran variabilidad.

En la medida que aumenta la producción de leche disminuyen los componentes sólidos de la leche y se observa una tendencia a que al aumentar los días en lactancia aumenta la producción total de leche. Existe una correlación positiva entre los componentes sólidos de la leche entre si y con las propiedades de la leche a excepción de la crioscopia que siempre presentó una correlación negativa.

LITERATURA CITADA

Alvarado C. 2001. Variación de la producción y composición de la leche de vacas Holstein, debido a factores no genéticos, en la región central de

Venezuela. Trabajo de Ascenso a la Categoría de Profesor Asistente. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela.

Álvarez R. y R. Paz. 1998. Metodología para la tipificación de la producción lechera de caprinos en Santiago del Estero, Argentina. Arch. Zootec. 47:649-658.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. AOAC Inc., Virginia, USA.

Attaie R. y L. Richter. 2000. Size distribution of globules in goat milk. J. Dairy Sci., 83: 940-944.

Banda J., J. Steinbah y H. P. Zerfas. 1992. Composition and yield of milk from non-dairy goats and sheep in Malawi. En Rey B., S.B. Lebbie y l. Reynolds (Eds) Small Ruminant Research and Development in Africa. African Small Ruminant Research Network. ILCA, Nairobi, Kenya. Disponible en: http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5520B/x5520b1b.htm (consultado el 10/07/06).

Barba C., J. De La Nuez, M. Fernández, J. Rodríguez y F. Pariacote. 2001. Estimación de la producción de leche en la Agrupación Caprina Canaria. Caso de una explotación modelo en régimen intensivo. Zootecnia Trop., 19(Supl. 1): 289-296.

Harris B. y F. Springer. 2003. Dairy goat production guide. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Doc. CIR 452. Disponible en: http://edis.ifas.ufl.edu/DS134 (consultado el 01/03/06).

Blanchard N. 2001. Avances de la explotación caprina en Venezuela y pertinencia de su desarrollo. III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela. pp 25 – 34.

Chiatti F., A. Caroli, S. Chessa, P. Bolla y G. Pagnacco. 2006. Relationships between goat K-Casein (CSN3) polymorphism and milk composition. Int. Workshop "The role of biotechnology for the characterisation and conservation of crop, forestry, animal and fishery genetic resources"

FAO, Turín, Italia. Disponible en http://www.fao.org/biotech/docs/chiatti.pdf (consultado el 10/01/06).

Donkin E. 2003. Productivity and diseases of Saanen, indigenous and crossbred goats. Tesis PhD. University of Pretoria. Faculty of Veterinary Science. South Africa.

Droke E., M. Paape y A. Di Carlo. 1993. Prevalence of high somatic cell counts in bulk tank goat milk. J. Dairy Sci., 76: 1035-1039.

Faría J., A. García, M. Allara, A. García, Y. Olivares y G. Ríos. 1999. Algunas características físico-químicas y microbiológicas de la leche de cabra producida en Quisiro. Rev. Fac. Agron. LUZ, 16: 99-106.

FAO. 2005. Anuarios Estadísticos de Agricultura. FAOSTAT. FAO, Roma. Disponible en: http://www.faostat.fao.org/faostat/ (consultado el 10/01/06).

Fekadu B., K. Soryal, S. Zeng, D. Van Hekken, B. Bah y M. Villaquiran. 2005. Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. Small Rum. Res., 59:55-63.

Fondonorma 1977. Norma COVENIN 903-77. Determinación de grasa. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

Fondonorma 1982. Norma COVENIN 932-82. Determinación de sólidos totales. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela

Fondonorma 1982. Norma COVENIN 940-82. Determinación del punto crioscopico. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

Fondonorma 1997. Norma COVENIN 658-97. Determinación de acidez titulable, Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

Fondonorma. 1997. Norma COVENIN 370-97. Determinación de proteínas. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

Grossman M., R. Fernando, W. Mohammad, W. Ali y R. Shanks. 1986. Correlations between parities for lactation traits in United State dairy goats. J. Dairy Sci.; 69(7): 1917-1921.

Haenlein G. F. 1996. Past, Present, and Future Perspectives of Small Ruminant Dairy Research. J. Dairy Sci., 84: 2097-2115.

Infante D., R. Tormo y M. Conde. 2003. Empleo de la leche de cabra en pacientes con alergia a las proteínas de la leche de vaca. An. Pediatr., 59(2):138-142.

Mora-Gutierrez M., T. Kumosinki y H.M. Farell, Jr. 1991. Quantification of αs1-casein in goat milk from French-Alpine and Anglo-Nubian Breeds using reversed-phase high performance liquid chromatography. J. Dairy Sci., 74: 3303-3307.

Salama A., X. Such, G. Caja, M. Rovai, R. Casals, E. Albanell, M. Marin y A. Marti. 2003. Effects of once versus twice daily milking throughout lactation on milk yield and milk composition in dairy goats. J. Dairy Sci., 86: 1673-1680.

SAS. 1992 SAS User´s Guide. Version 6, SAS Institute Inc. Cary, NC.

Sndeccor G. y W. Cochram. 1989. Statistical Methods. 8va ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

St-Gelais D. A. Ould y S. Turcot. 2002. Composition of goat's milk and processing suitable. Agriculture and Agri-Food Canada. Food Research and Development Centre. Disponible en: http://sci.agr.ca/crda/pdf/goat2000-chevre2000_e.PDF (consultado el 10/01/06).

Zeng S.S. y E. N. Escobar. 1995. Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count, and composition of goat milk. Small Rum. Res., 17: 269-274.

Zumbo A., B. Chiofalo, L. Liotta, A. Rundo-Sotera y V. Chiofalo. 2004. Quantitative and qualitative milk characteristic of Nebrodi goats. South African J. Ani. Sci., 34(Sup.1): 155-157.

Zootecnia Trop., 24(3): 321-332. 2006

Caracterización de la paratuberculosis bovina en ganado doble propósito de los llanos de Monagas, Venezuela

Coromoto Alfaro[1], Morela de Rolo[2], Antonia Clavijo[2], y Alberto Valle[3]

RESUMEN

Para caracterizar la situación de la Paratuberculosis bovina o enfermedad de Johne en ganado doble propósito de los llanos de Monagas, se determinó la prevalencia de esta enfermedad utilizando dos técnicas de diagnóstico, la prueba intradérmica o Johnina para inmunidad celular y serología ELISA para inmunidad humoral. Se seleccionaron ocho sistemas de producción ubicados en los Municipios Ezequiel Zamora y Maturín en diferentes zonas agroecológicas, llanos altos y llanos bajos respectivamente. El tamaño de la muestra animal se calculó sobre la base de la técnica de muestreo para estudios de prevalencia (OPS-OMS, 1973), en cada finca se evaluaron 30 animales adultos con ambas pruebas. El análisis de los datos se efectuó mediante la prueba de Z, para la comparación de proporciones o prevalencia entre fincas y factores asociados a la enfermedad. Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas ($P<0,05$) en relación con la prevalencia de la enfermedad, de acuerdo al método de diagnóstico utilizado 4,16% y 72,1% Johnina y ELISA, respectivamente. Asimismo, se observaron diferencias altamente significativas ($P<0,001$) entre zonas agroecológicas 61,7% llanos altos y 82,5% llanos bajos, condiciones de manejo sistema abierto 69,9% en comparación con sistema cerrado 77,3% ($P<0,05$) y buen sistema de drenaje 67,4 % en contraste con mal drenaje 76,7% ($P<0,10$). En virtud de las pérdidas económicas, de su efecto sobre la productividad de las explotaciones y su posible condición de zoonosis, es importante considerar la presencia de esta patología en Monagas para diseñar estrategias de control fundamentadas

[1] INIA. Instituto de Investigaciones Agrícolas del Estado Monagas. *Correo electrónico: alfavera@cantv.net

[2] CENIAP. Unidad de Laboratorios de Sanidad Animal. Maracay.

[3] CENIAP. Maracay.

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

en el diagnóstico de laboratorio y las condiciones particulares de los sistemas de producción.

Palabras clave: Paratuberculosis bovina, prevalencia, diagnóstico, ganado doble propósito, Monagas.

Characterization of bovine Paratuberculosis in dual purpose cattle at the plains of Monagas state, Venezuela

SUMMARY

To characterize the situation of the bovine Paratuberculosis or Johne's disease in dual purpose cattle in the Monagas plains, the prevalence of this disease was determined using two diagnostic techniques: the skin test (Johnina) for cellular immunity and a serological ELISA test for humoral immunity. There were selected eight production systems, located in the Municipality Ezequiel Zamora and in Maturín, in two different agro ecological zones: high plains and low plains, respectively. The animal sample size was calculated by means of the sample technique for prevalence studies (OPS-OMS, 1973); so 30 mature animals for each farm were evaluated. The analysis of the data was made by using the Z-test to compare the proportions of prevalence among farms, and factors associated to the disease. The results showed significant differences ($P<0.05$) in relation to the disease prevalence. According to the method of diagnostic used, these values were: 4.16% and 72.1% for Johnina and ELISA tests, respectively. Also, there was observed highly significant differences ($P<0.001$) between agro ecologic zones: 61.7% and 82.25 for high plains and low plains, respectively. Regarding to the management conditions in the farms, the results were ($P<0.05$): 69.9 and 77.3% for the open and closed system, respectively. When draining condition of the farms was considered, there was observed differences ($P<0.10$) between the well 67.0% and bad drained 76.7% status. Due to the economic losses, its effect on the farms productivity and some risks of a potential zoonosis, it was concluded, based on the laboratory diagnosis, that is important to consider the presence of this pathology in Monagas, so some strategies for controlling this disease could be applied under each particular condition of the production system.

Keywords Paratuberculosis, prevalence, diagnostic, double purpose cattle, Monagas.

INTRODUCCIÓN

La Paratuberculosis (PTBC) o enfermedad de Johne, es una enfermedad infecciosa crónica, que afecta a rumiantes domésticos y salvajes, cuya característica principal es la pérdida de peso progresiva y la presencia de diarrea crónica, que produce desmejoramiento y finalmente la muerte del animal (Mannig y Collins 2001, Rolo *et al.*, 2001). Causada por el *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis* o Map, bacilo aerobio, Gram-ácido resistente, que infecta a los macrófagos de la lámina propia del intestino, ocasionando una enteropatía granulomatosa que da como resultado: deficiente absorción de nutrientes esenciales, pérdida de proteínas y en consecuencia el cuadro clínico descrito anteriormente (Merkal, 1984, Cicuta *et al.*,1995). El Map se elimina a través de las heces y la leche de los animales afectados, especialmente en etapas avanzadas de la enfermedad. El principal mecanismo de transmisión lo representa la vía fecal-oral, señalándose además la trasmisión intrauterina.

La enfermedad presenta una fase subclínica inaparente que puede prolongarse por años. Los animales generalmente se infectan a una edad temprana, principalmente en los primeros 35 días de vida, manifestándose los signos clínicos en la etapa productiva. Sin embargo, en crías provenientes de madres infectadas o de un ecosistema muy contaminado, puede observarse sintomatología entre los 12 y 18 meses de edad.

Distribuida mundialmente, actualmente la PTBC se considera una enfermedad emergente a pesar de su reconocimiento desde hace más de un siglo (1895). En Europa varía de 7% a 55%, en EEUU la prevalencia está en el orden del 40%, en Australia se reportan tasas de infección de 9% a 22%; mientras en Venezuela se desconoce este índice, donde comúnmente no se realizan pruebas rutinarias para el diagnóstico de PTBC, aunque se reconoce la presencia de la enfermedad desde 1970 (FONAIAP-CENIAP, 1971, López, *et al.*, 1996, Marín, *et al.*, 1981). En Monagas se ha confirmado mediante clínica y hallazgos histopatológicos en casos puntuales (Alfaro, 1999).

La PTBC es común en ganado lechero y ha sido relacionada con el sistema de manejo de la explotación (Radostits *et al.*, 1994). No existe tratamiento curativo para la enfermedad, por lo tanto el control se fundamenta en el diagnóstico para su confirmación y en el diseño de estrategias basadas en eliminación y separación de animales conjuntamente con medidas de bioseguridad (Alfaro, 2001).

La enfermedad de Johne representa un potencial riesgo como zoonosis, se asocia con una patología similar en humanos (enfermedad de Crohn), lo cual se fundamenta por cuanto se ha logrado la amplificación del genoma de *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis* a partir de pacientes afectados (Chiodini, 1996 y Collins, 1997).

En virtud del carácter subclínico de la infección y de los escasos diagnósticos, la enfermedad está subestimada en nuestro país. El impacto negativo de la infección reviste importancia por su efecto sobre la economía de las explotaciones, expresada en disminución de la producción de leche, reducción del periodo de vida útil de la vaca y predisposición a otras patologías.

Con el objetivo de evaluar la situación de la PTBC en Monagas se planteó este estudio para cuantificar el problema y contribuir al conocimiento epidemiológico de la enfermedad en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron ocho fincas representativas del sistema doble propósito, ubicadas en los llanos altos de Monagas: Municipio Ezequiel Zamora, (zona oeste), con una temperatura promedio anual de 27°C., un régimen pluviométrico promedio anual de 900 a 1300 mm., 76% de humedad relativa, insolación 264 g cal/cm^2, zona de vida correspondiente a bosque seco tropical y llanos bajos: Municipio Maturín (zona noreste), con una temperatura de 26°C, un régimen pluviométrico anual de 1300-2000 mm. insolación 133 g cal/cm^2, zona de vida correspondiente al bosque húmedo tropical (MARN, 1997). El área concentra la mayoría de las explotaciones orientadas hacia la producción de leche del estado. El tamaño de la muestra animal se determinó mediante la fórmula para estudios de prevalencia (OPS-OMS, 1973) y conjuntamente se aplicó una encuesta para recabar datos referidos a zona agroecológica, estructura poblacional, carga animal, densidad animal, sistema de manejo de la explotación, fuentes de agua, drenaje y destino de la producción. Esta información se complementó con datos climáticos como temperatura, precipitación, humedad relativa, evaporación e insolación con la finalidad de evaluar la posible asociación de estos factores con la presencia de PTBC. Se seleccionaron 30 animales hembras adultas en etapa productiva, en cada finca, para un total de 240 muestras, los cuales se diagnosticaron mediante inoculación intradérmica ID o Prueba de Jhonina, (prueba intradérmica de hipersensibilidad retardada, utilizando como antígeno el derivado protéico purificado de M. avium paratubeculosis o Jhonina, obtenida en el National Veterinary Services

Laboratory) para evaluar inmunidad celular y serología ELISA, para evaluar la presencia de anticuerpos o inmunidad humoral; utilizando el paquete comercial (SERELISA PARATBC, SYNBIOTICS Corporation, USA), siguiendo las instrucciones del fabricante. En el caso de la prueba intradérmica las reacciones se interpretaron como negativas: cuando no se observó ni se visualizó cambios en la piel del sitio de aplicación y positivas cuando se visualizó un engrosamiento de 4-5 mm. rubor, calor o necrosis en el sitio de aplicación; en la práctica no se utiliza el vernier para considerar una reacción de hipersensiblidad retardada, lo que podría subestimar algunos casos positivos.

El análisis de los datos se efectuó mediante la prueba de Z, para la comparación de proporciones o prevalencia entre fincas y factores asociados a la enfermedad (Daniel, 1993). Se estableció como finca positiva a PTBC el hallazgo de un animal positivo con alguna de las pruebas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos señalan una prevalencia global de Paratuberculosis bovina o enfermedad de Johne, en el área de estudio, en el orden de 4,16% y 72,1% con diferencia significativa ($P<0,05$) de acuerdo a las distintas técnicas de diagnóstico utilizadas, Johnina y ELISA respectivamente (Cuadro 1). De los 240 animales analizados 10 (4,16%) resultaron positivos utilizando la prueba de inoculación intradérmica (Johnina) y 173 (72,1%) positivos utilizando la técnica de ELISA, estos resultados se relacionan con investigaciones en otros países (Martinis *et al.* 2000, Soto *et al.*, 2002). La diferencia de reactores se atribuye a la sensibilidad y especificidad de las pruebas utilizadas. La prueba intradérmica Johnina es una prueba de valor limitado para diagnóstico individual debido a su baja especificidad, pero detecta reactores en los primeros estadios de la enfermedad, cuando hay abundantes bacilos en el intestino, por lo que se recomienda para tener una visión general de la situación de la enfermedad en una explotación (De Diego, 1991). El test ELISA con una especificidad del 99% y una sensibilidad del 60% detecta anticuerpos en animales clínicamente enfermos o subclínicamente infectados (Bernardelli, *et al.*, 1991). Actualmente es la prueba serológica más ampliamente utilizada para detectar anticuerpos en sangre de animales infectados y se recomienda en conjunto con otros métodos diagnósticos (Martinis *et al.*, 2000). Es importante destacar la presencia de la enfermedad en la totalidad de las fincas evaluadas, independientemente del diagnóstico utilizado.

Cuadro 1. Prevalencia de paratuberculosis bovina en fincas del estado Monagas.

Municipio	Finca	Johnina Positivos		Elisa Positivos	
		n	(%)	n	(%)
Ezequiel Zamora Zona oeste	1	1/30	3,33	16/30	53,3
	2	0/30	0	24/30	80,0
	3	0/30	10	21/30	70,0
	4	3/30	3,33	13/30	43,3
		4/120	3,33	74/120	61,6
Maturín Zona este	5	1/30	3,33	23/30	76,6
	6	2/30	6,66	23/30	76,6
	7	2/30	6,66	27/30	90.0
	8	1/30	3,33	26/30	86,6
		6/120	5,00	99/120	82,5
Prevalencia global		10/240	4,16	173/240	72,1

En la Figura 1 se visualiza la prevalencia a PTBC en las ocho fincas evaluadas, de acuerdo a las diferentes técnicas de diagnóstico, con tasas variables en el orden de 0% a 10% para Johnina, en contraste con 43% a 90% para ELISA, esta última técnica es capaz de detectar una mayor cantidad de reactores. Actualmente no existe una metodología de diagnóstico in vivo 100% sensible y específica, el cultivo es un método efectivo para detectar infección en ganado aparentemente sano, con una especificidad del 100% (Merkal, 1984), con una desventaja relacionada con la baja sensibilidad (50%) y la lentitud de la prueba; para la identificación de la enfermedad en las primeras etapas se recomienda la utilización de la prueba intradérmica para evaluar inmunidad celular (Bernadelli *et al.*, 1999) y ELISA para evaluar inmunidad humoral (Soto *et al.*, 2002). Esta ultima técnica se reconoce como una buena alternativa para estudios poblacionales, por cuanto detecta animales clínica y subclínicamente infectados, con mayor sensibilidad en animales adultos, de tres o más años de edad, ya que la respuesta humoral de PTB es más tardía que la respuesta celular; debido a ello es importante considerar el factor edad, para evitar la detección de falsos positivos cuando se aplica en animales jóvenes (Martinis *et al.*, 2000).

La Figura 2 muestra la tasa de reactores para la zona oeste, Municipio Ezequiel Zamora 61,6% y para la zona noreste, Municipio Maturín 82,5%, con diferencias altamente significativas (P<0,001); situación relacionada con las distintas condiciones agroecológicas de la zona. Es interesante señalar en este estudio que la zona noreste, con la mayor tasa de reactores 82,5%, corresponde al paisaje fisiográfico planicie aluvial de

desborde, es una zona húmeda durante todo el año, con una humedad relativa de 78%, precipitación 200 mm mensuales y suelos ácidos pH <5%, condiciones ideales para el mantenimiento del agente etiológico Map. Algunos investigadores señalan como factores asociados a la presentación de la PTBC la concentración animal, el pH del suelo, el agua, la contaminación ambiental y el desconocimiento de la enfermedad (Manning y Collins, 2001), lo que aunado a sistemas de explotación con baja densidad animal concentrados alrededor de fuentes de agua en común y en sistemas sin control sanitario explicaría las diferencias.

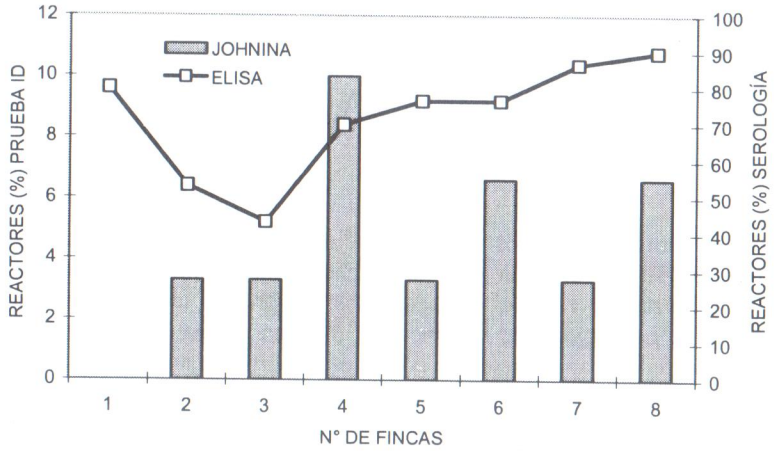

Figura 1. Tasa de prevalencia por fincas de acuerdo a la técnica de diagnóstico.

En este estudio (Cuadro 2) se analizan variables como la densidad poblacional o la relación entre el número de animales y la superficie útil expresada en ha. (<1animal/ha y >1 animal/ha), sistema de producción abierto o cerrado, asistencia veterinaria, drenaje de aguas en las instalaciones y destino de la producción hacia leche pasteurizada o queso artesana.

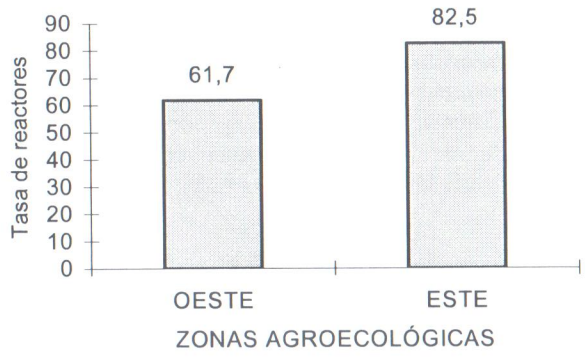

Figura 2. Tasa de reactores de paratuberculosis bovina de acuerdo a la zona agroecológica.

Se infiere que el sistema de manejo de las explotaciones, la entrada de animales sin control o la falta de aplicación de medidas de bioseguridad para minimizar la entrada de patógenos, favorecen la presencia de la enfermedad. La mayoría de las fincas se infectan a través de la compra de animales enfermos aparentemente normales; a partir de animales portadores la transmisión ocurre por la vía fecal-oral y por la ingestión accidental de materia fecal, las terneras son el grupo de mayor riesgo, otras posibles vías de infección de terneros, lo constituye el calostro contaminado, la leche y la placenta infectada, situación a considerar cuando se diagnostica un hato positivo.

En la Figura 3, las mayores tasas de prevalencia de PTBC se evidenciaron en aquellos sistemas de producción abiertos (77,3%), con entrada de animales por concepto de compra o préstamos sin cuarentena, control o pruebas diagnósticas para determinar la enfermedad y en fincas con mal drenaje de las aguas (76,6%) o aguachinamiento en sus instalaciones, potreros y zonas de mayor concentración de animales, diferencias estadísticamente significativas (P<0,05); condiciones ambientales relativas a humedad y pH bajo favorecen la sobrevivencia del Map (Manning y Collins, 2001). Este punto evidencia la necesidad de aplicar medidas de bioseguridad relacionadas con el control de la entrada de animales y el manejo ambiental particularmente de las instalaciones, situación que se presenta con debilidades en este aspecto (Alfaro *et al.*, 2001).

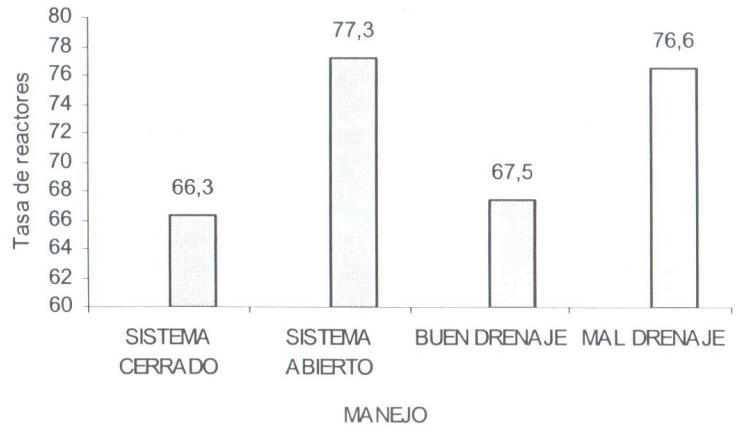

Figura 3. Tasa de reactores de paratuberculosis bovina en relación con sistema de manejo y drenaje de las fincas.

Cuadro 2. Prevalencia de paratuberculosis bovina en relación con factores asociados al manejo de las fincas

Variable	n1	n2	p1	p2	Probabilidad
Densidad poblacional					
D<1 vs D>1 (Johnina)	*150*	*90*	*4,7*	*2,2*	No significativo
D<1 vs D>1 (ELISA)	*150*	*90*	*73,3*	*63,3*	No significativo
Sistema de producción					
Abierto vs Cerrado (ELISA)	150	90	77,3	63,3	P<0,05
Asistencia veterinaria					
SI vs NO (Johnina)	60	1,6	180	5,5	No significativo
SI vs NO (ELISA)	60	78,3	180	69,9	No significativo
Drenaje					
SI vs NO (jonia)	120	4,1	120	4,9	No significativo
SI vs NO (ELISA)	120	67,4	120	76,6	P<0,10
Destino de la producción					
Leche vs Queso (Johnina)	120	120	3,3	4,2	No significativo
Leche vs Queso (ELISA)	120	120	61,6	82,5	No significativo

CONCLUSIONES

- Se confirma la presencia de portadores subclínicos de Paratuberculosis bovina en ganado doble propósito orientado hacia la producción de leche en Monagas, con positividad en todas las fincas evaluadas utilizando Johnina y ELISA.
- La prevalencia de PTBC se encuentra asociada con diferentes factores o determinantes entre los cuales se destacan zonas agroecológicas, sistema de producción abierto y drenaje de las explotaciones.
- Se visualizaron amplias diferencias en cuanto a la prevalencia de la enfermedad por zona, particularmente utilizando ELISA como técnica de diagnóstico.
- Para evaluar la situación poblacional de rebaños y conocer la situación epidemiológica de la enfermedad en Monagas, es conveniente aplicar dos técnicas de diagnóstico que permiten medir inmunidad celular y humoral.
- Las pérdidas económicas ocasionadas por la enfermedad y su posible vinculación con la enfermedad de Crohn en humanos, determinan la necesidad de ampliar estudios para conocer la situación epidemiológica de la PTBC en Monagas, con la finalidad de diseñar estrategias de control acordes con las particularidades de la zona.

LITERATURA CITADA

Alfaro, C. 1999. Informe de Gestión Anual INIA-Monagas. Mimeografiado. 45 p.

Alfaro, C. 2001. Bioseguridad como componente de los programas sanitarios para minimizar el riesgo de TBC y PTBC en las explotaciones ganaderas. En: Boletín Agropecuario, Fundación INLACA. Año 3. N° 11. 31-34 p.

Bernardelli, A., Nader, A. J., Moreira, A. R., Debenedetti, R. y Estévez M. J. 1991. Evaluación de distintas técnicas para eliminar la paratuberculosis de un rodeo de cría. Rev. Med. Vet. 72(3): 223-230.

Cicuta, M. E., Boheringer, S. I., Roibón, W. R., Bernardelli, A., Bakos, E.; Benítez, M.C.; Kunert, J. A. y Aragón, L.R. 1995. Paratuberculosis in cattle and sheep of the North Easth of Argentine. The Paratuberculosis Newsletter. 7(1):18-23.

Collins M. T. 1997. Mycobacterium paratuberculosis: A potential food-borne pathogen?. Journal of Dairy Science, 80 (12): 3445-3448.

Chiodini, R. J., y Rossiter Paratuberculosis: a potential Zoonosis?.1996. Vet. Cli. North Am. 12:457-467.

Daniel, W. 1993. Bioestadística base para el análisis de las Ciencias de la Salud. Editorial S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México. Décima Reimpresión. pp: 263-265.

De Diego, A. I. 1991. Enfermedades de los bovinos. Editorial Hemisferio Sur. S.A. 1° Edición. Buenos Aires, Argentina.

FONAIAP, CENIAP. 1971. Instituto de Investigaciones Veterinarias, Maracay, Venezuela. Memorias.

López, Nancy de, Rolo, M. y Palencia, L. 1996. Partuberculosis o enfermedad de Jhone, un problema sanitario económico que afecta la ganadería venezolana. 3er Congreso de Ciencias Veterinarias. "Eduardo Mendoza Goiticoa". Maracay, Ven. Memorias. 34-41 p.

Manning, E. J. B. y Collins, M. T. 2001. *Mycobacterium avium subesp. Paratuberculosis:* el patógeno, su patogenia y su diagnóstico. Rev. Sci. Tech. OFF. Int. Epiz. 20(1): 133-150.

Marín, C., López, N., Jelambi. F., Lozano, O., Alvarez, L. de y Martínez, A. 1981. Investigaciones sobre epidemiología de la paratuberculosis en Venezuela. Primer Seminario sobre Avances de la Investigación de Bovinos de Carne en Venezuela. Maracay, Ven.

Martinis, D. S., Cicuta, M. E., Boehringer, S. I., Paolicchi, F., y Morsella, C. 2000. Paratuberculosis en Ganado lechero de Corrientes. Universidad Nacional del Noreste. Facultad de Ciencias Veterinarias. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Argentina. Disponible en línea, http://www.unne.edu.ar/cyt/veterinarias/v-049.pdf.

Merkal, R. S. 1984. Paratuberculosis. Advances in cultural serologic, and vaccination methods. JAVMA. 184(8):939-943.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales renovables. Gobernación del estado Monagas. 1997. Atlas del Estado Monagas. Maturín, Venezuela. 99 p.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). Organización Mundial de la Salud (OMS). 1973. Procedimientos para Estudios de Prevalencia de Enfermedades Crónicas en el Ganado. Centro Panamericano de Zoonosis. Nota Técnica N° 18. Buenos aires, Argentina. 35 p.

Soto, J. P., Kruze, J., y Leiva, S. 2002. Comparación de tres métodos de diagnóstico de Paratuberculosis bovina en rebaños lecheros infectados. Arch. Med. Vet. 34 (2): 253-263

Radostits, M.O., Blood, D.C., y Gçay, C. C. 1994. Chapter 19. Diseases Caused by Bacteria Iv. In Veterinary Medicine. 8° Edition-Bailleri Tindall. 841-849 pp.

M. Rolo, A. Clavijo, C.de Noguera, C. Bello, A. Sandoval, J. Martinez, L. Peroza, y C Noguera R. Detection of paratuberculosis in bovine herds of Zulia state in Venezuela Proceedings International Union of Microbiological Societies World Congresses, Xth International Congress of Bacteriology an applied Microbiology , p 369, 27 july al 1 august 2002, Le Palais des Congrès de Paris.

Zootecnia Trop., 24(3): 333-346. 2006

Niveles de infestación parasitaria, condición corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón

Gustavo Morales[1]*, Luz A. Pino[1], Espartaco Sandoval[2], Jazmín Florio[3] y Delia Jiménez[4]

RESUMEN

En la Estación Experimental del INIA, ubicada en Ciudad Bolivia, estado Barinas, se realizó un estudio sobre el grado de infestación por estróngilos digestivos y la condición corporal de 42 bovinos de la raza Criollo Río Limón, mediante la técnica coproscópica de McMaster con solución salina sobresaturada como líquido de flotación. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las posibles interrelaciones entre dichas variables para su utilización como criterio de selección de la fracción de animales a ser desparasitados. Se evaluó la condición corporal por el método de la escala de 1 a 5 (1 = flaco; 5 = obeso) y el hematocrito mediante el método de microhematocrito por centrifugación. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Se observaron recuentos elevados de huevos por gramo de heces de estróngilos digestivos (hpg) en animales con condición corporal ≤2,5 y el menor valor de hematocrito (31,5), lo que indica que estos animales pueden ser considerados acumuladores de parásitos o de mayor susceptibilidad, mientras que los animales con altas cargas de parásitos, buena condición corporal y hematocrito normal (34,5) pueden ser considerados resilientes. Estos dos grupos de animales son los principales contaminadores del pastizal. Los

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Sanidad Animal, Laboratorio de Parasitología. Maracay, Aragua. Venezuela. *Correo electrónico: gmorales@inia.gob.ve

[2] INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Yaracuy. Estación Yaritagua, Sector La Ermita, San Felipe, Yaracuy. Venezuela.

[3] INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Barinas. Estación Experimental "Ciudad Bolivia", Ciudad Bolivia, Barinas. Venezuela.

[4] Docente Agropecuario en ejercicio libre.

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

animales no acumuladores de parásitos y los resilientes presentaron valores de hematocrito similares. No se evidenció ninguna asociación entre el color de la conjuntiva ocular y el valor del hematocrito. Se determinó una elevada eficiencia en los antihelmínticos utilizados en la finca (Febendazole y Sulfoxido de Albendazole), a pesar de que se vienen usando desde hace aproximadamente tres años. Esto puede ser debido a la baja frecuencia de dosificación y a la diferente práctica de desparasitación de jóvenes y adultos. La presencia de animales resilientes en la granja limita el uso de la condición corporal como criterio de selección de la fracción de animales a tratar dentro del rebaño.

Palabras clave: parasitosis, bovinos, hematocrito, resiliencia, resistencia.

Levels of parasitic infection, body condition, and haematocrit values in resistant, resilient, and wormy animals in a Criollo Rio Limon cattle herd

SUMMARY

At the INIA experimental station in Ciudad Bolivia, Barinas; Venezuela, an experiment was carried out to evaluate the effect of strongylids infestation levels on body conditions and haematocrit values. Forty two animals of the Rio Limon cattle breed were examined. The number of parasite eggs per gram (epg) of feces was established by the McMaster technique and microhaematocrit centrifugation technique was used for haematocrit values determination. The body condition was evaluated according to the scale method with scores varying from 1 to 5 (1 = emaciated; 5= excessively fat). The color of the ocular conjunctivae membrane was scored in five categories (1= red; 5= white). Cattle with a good body condition (>3), normal or almost normal haematocrit value and high epg.counts were classified as resilients, but when the animals had a body conditions <2.5, a low haematocrit value and high epg counts, they were classified as wormy animals. The results of the present work were the following: No relationship was observed between the ocular conjunctivae color and the hematocrit value. Of 42 evaluated cattle, 34 (80%), 4 (9.5%) and 4 (9.5%) were classified as resistant, resilient, and wormy animals, respectively. The wormy and resilient animals had higher epidemiological importance because they are the strongest polluters of the pasture and constitute the target group to be drenched, but the absence of relationships between the visual conditions and the infestation level indicate that the only,and safe way to select the target fraction within the herd is the quantitative coprological exam.

Key words: parasitosis, bovine, hematocrit, resilience, resistance.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de doble propósito representan en Venezuela el 90% de la producción de leche y el 40% de la producción de carne (Domínguez *et al.*, 1998) y al igual que el resto de la ganadería en nuestro país, estos sistemas son afectados negativamente por una serie de factores entre los cuales figuran las infestaciones parasitarias (Morales *et al.*, 2002). De ahí que muchos productores consideren la necesidad de las desparasitaciones periódicas de sus rebaños en forma masiva, en general con dosificaciones incorrectas y tratando animales que no lo requieren, bien por estar negativos o con infestaciones leves o moderadas (Morales *et al.*, 1998), basados en el erróneo concepto de que las cargas parasitarias son similares en todos los individuos al interior del rebaño (Romero, 2005).

Estudios cuantitativos de la infestación por estrongilos digestivos en rumiantes han permitido establecer que la distribución de los parásitos en el seno de la población hospedadora y de sus formas de diseminación en la materia fecal es en agregados (Morales *et al.*, 1989, 1998; Pino y Morales, 2004). Las mayores cargas se concentran en tan solo una pequeña fracción de la población (acumuladores de parásitos), lo cual reviste gran importancia epidemiológica, debido al elevado poder contaminador de estos animales para el pastizal (Morales *et al.*, 1998). Desde el concepto estratégico del control parasitario, es de gran interés identificar dentro del rebaño cuales animales acumulan la mayor carga parasitaria y realizar el tratamiento selectivo de ellos, ya que de esta manera se logra una drástica reducción de la contaminación del pastizal (Morales *et al.*, 1998). Además, seria muy beneficioso el descarte de estos animales como reproductores en vista del carácter hereditario de la susceptibilidad a la infestación parasitaria (Baker, 1999; Mandonnet, 1995; Stear y Murray, 1994).

Considerando lo anteriormente expuesto, se estimo valioso caracterizar la fracción de animales que en el interior del rebaño se comporta como acumuladora de parásitos (Morales *et al.*, 1998, 2001, 2002), mediante el establecimiento de posibles relaciones entre la condición corporal, el valor hematocrito y el color de la conjuntiva ocular, con los niveles de infestación parasitaria establecidos a través del examen coproparasitológico cuantitativo. De igual manera, se pretende evaluar la posibilidad de sustituir el uso del recurso del laboratorio de diagnóstico helmintológico, por características de fácil observación en los animales, como lo son el color de la conjuntiva ocular y la condición corporal, que puedan servir de guía para seleccionar a

cuales animales tratar, tal como se realiza en ovinos cuando se recurre al método FAMACHA, en el cual mediante el uso de una carta de colores y su comparación con el color de la conjuntiva ocular se selecciona la fracción de animales que en el interior del rebaño requieren tratamiento (Batch *et al.*, 2001; Garcia Noya *et al.*, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la finca

El presente trabajo se realizo en el campo experimental "Ciudad Bolivia", perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicado en el sector San Antonio de la Parroquia Ciudad Bolivia del Municipio Pedraza en el estado Barinas, Venezuela. La estación dispone de una superficie total de 97,7 ha, de las cuales 71,3% están destinadas a caños, bosques, caminos y prestamos. Posee 36 potreros con pastos naturales. Yaragua (*Hyparrenia rufa*), Pasto Alemán (*Echinochloa polystachia*), Brizanta (*Brachiaria brizantha*), Decumbens (*Brachiaria decumbens*), Guinea (*Panicum maximum*) y malezas. Se considera que con el pastizal consolidado se pueden mantener hasta 150 unidades animales en la época de lluvias y de 70 a 80 en la época seca.

La precipitación promedio anual es de 1.840 mm, la temperatura promedio es de 26,5°C, evaporación máxima de 249 mm y la humedad relativa alcanza 84% en el periodo de lluvias y 78% en los meses secos.

El tipo de manejo es semi-intensivo, los bovinos adultos reciben suplementación con sales minerales y los becerros alimento concentrado. El control de la estrongilosis en el campo experimental se basa exclusivamente en el uso de antihelmínticos comerciales, estableciéndose la dosis por estimación visual del peso de los animales. Las edades de los animales del presente ensayo oscilo entre 12 a 24 meses de edad, con no menos de 6 meses de pastoreo, para garantizar que los animales del ensayo habían estado en contacto con la fuente de larvas infectantes, haber recibido al menos un tratamiento antiparasitario y haber tenido la oportunidad de reinfectarse en condiciones naturales. Además solo fueron incluidos animales con tres o mas meses de desparasitados, con el fin de garantizar la oportunidad de reinfección.

Método Parasitológico

Las muestras de heces fueron tomadas directamente del recto de los animales en bolsas plásticas debidamente identificadas. Como técnica coproscópica se empleó la técnica cuantitativa de McMaster y se empleó solución salina sobresaturada (NaCl) como líquido de flotación. El recuento de huevos por gramo de heces se utilizó para establecer los niveles de infestación por estrongilos digestivos por animal examinado (Hansen y Perry, 1994)

Condición Corporal

Para la evaluación de la condición corporal se empleó el método de la escala (Martínez *et al.*, 1998), modificado y ajustado por el número de costillas visibles y por la observación y palpación de la zona lumbar y nacimiento de la cola, cadera y grupa. Se empleó una escala de 1 (muy flaco) a 5 (obeso) y se consideró a 2,5 como el punto de inflexión.

Hematocrito

Sangre de cada animal fue extraída directamente de la vena yugular, empleando tubos vacutainer con anticoagulante EDTA y los valores del hematocrito (%) fueron determinados por la técnica del microhematocrito por centrifugación (Camus, 1983).

Coloración de la conjuntiva ocular

Se realizó la inspección de la mucosa de la conjuntiva ocular para la observación del color de la misma y se estableció inicialmente una escala con los colores: rojo, rojo-rosado, rosado, blanco-rosado, y blanco (García Noya *et al.*, 2005).

Definiciones

Las definiciones de resistente y resiliente se tomaron de FAO. (2003) y la de acumulador de parásitos o wormy animals de Morales *et al.* (1998).

Resistente: Son aquellos animales que resisten al establecimiento y posterior desarrollo de la infección parasitaria. Los animales resistentes limitan el número de parásitos que albergan (carga parasitaria) y disminuyen el nivel de postura de las hembras.

Resiliente: Es la habilidad del animal de mantener niveles productivos aceptables a pesar de albergar altas cargas parasitarias. Clínicamente el animal se presenta saludable.

Acumuladores de parásitos: Es la fracción de animales que en el interior del rebaño concentra las mayores cargas parasitarias con manifestación de síntomas clínicos y por ende con deterioro de sus cualidades productivas.

Análisis de los datos

Para la comparación entre el valor hematocrito utilizando como variable de clasificación, el nivel de infestación parasitaria por estróngilos digestivos o la condición de resistentes, resilientes o de acumuladores de parásitos se empleó el análisis de varianza y en los casos en los que se evidenció la existencia de diferencias estadísticamente significativas, se utilizó la prueba de Bonferoni como prueba de rangos múltiples para la separación de medias a posteriori. Esta misma pauta de análisis se siguió para comparar el valor hematocrito, utilizando como criterio de clasificación el color de la conjuntiva ocular. La comparación entre los recuentos de huevos por gramo de heces entre los tres grupos considerados y discriminados de acuerdo a la condición corporal (<2,5; entre 2,5 y 3; >3) se realizó mediante el análisis de varianza de Kruskal-Wallis (Morales y Pino, 1987; 1995) y para la separación de la medianas se empleó la prueba de la mínima diferencia significativa. Se fijó como nivel de significación el 5% y como software estadístico se utilizó el InfoStat (2004).

Evaluación de la eficacia de los antihelmínticos

Para establecer la eficacia de los antihelmínticos evaluados, se conformaron los lotes de ensayo para cada antihelmíntico posterior a la realización de la coproscopía cuantitativa. Se distribuyeron al azar y equitativamente los animales de acuerdo a su carga parasitaria (Chpg = conteo de huevos por gramo de heces) en cada uno de los grupos. Para evaluar la similaridad de las cargas parasitarias entre los dos grupos de ensayo conformados, se realizó la prueba U de Mann y Whitney (Morales y Pino, 1987;1995), cuyo resultado indicó la no existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los recuentos de hpg, indicando la conformación equilibrada de los dos lotes de ensayo.

Cada lote de animales fue utilizado como su propio control y se emplearon los recuentos del día cero y los correspondientes a los 7 días

postratamiento para evaluar el porcentaje de reducción en el recuento de HPG por acción del antihelmíntico (Morales y Pino, 1987, 1995). Se estableció como valor porcentual de existencia de resistencia cuando la eficacia del producto resultase inferior al 90%. (Fiel *et al.*, 2002; Morales *et al.*, 2005). Los antihelmínticos evaluados fueron el Sulfoxido de Albendazole y el Febendazol. La dosis utilizada fue la recomendada por el laboratorio fabricante en función del peso del animal que en el caso del Sulfoxido de Albendazole fue 3,7 mg kg^{-1} y para el Febendazole fue 7,5 mg kg^{-1}.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observa que las cargas parasitarias elevadas se concentraron en el 19% (8/42) del total de los animales examinados, reflejando la distribución no homogénea de los parásitos en el seno de la población hospedadora (Morales y Pino, 1987, 1995; Morales *et al.*, 2002) y vemos como tratándose de animales pertenecientes al mismo grupo racial, las mayores cargas parasitarias se concentran en solo una fracción del rebaño y los animales restantes se repartieron entre negativos y con cargas leves o moderadas (Morales, 1989; Morales *et al.*, 1998; Pino y Morales, 2004).

Cuadro 1. Distribución de los niveles de infección y comparación del valor hematocrito correspondiente en bovinos Criollo Río Limón discriminados por su nivel de infección

Nivel de Infección	n	Conteo huevos (media)	Conteo huevos (mediana)	Hematocrito	Código†
		hpg			
Negativo	19 (45,2%)	0	0	36,4	A
Leve	12 (28,6%)	133	100	36,3	A
Moderado	3 (7,1%)	533	600	35,7	A
Alto	8 (19,0%)	1.875	1.650	33,0	B

n: número de bovinos.
† Letras distintas indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas (P<0,05).

Esto evidencia que si bien es cierto que existen numerosos reportes sobre las diferencias en la resistencia a la infestación parasitaria entre razas (Sandoval *et al.*, 1998, FAO, 2003), dichas diferencias son aún más marcadas dentro de una misma raza (Baker, 1999; Mandonnet, 1995, Ferrer, 1983, Morales *et al.*, 2001), lo cual destaca el carácter individual de la misma

(Morales *et al.*, 2001). Por esta razón se hace importante evaluar este carácter como criterio para el descarte o selección de reproductores (Morales *et al.*, 2002, Stear y Murray, 1994) y para el tratamiento selectivo en el interior del rebaño de aquellos animales que albergan las mayores cargas parasitarias, tal como se ha reportado en ovinos y caprinos (Morales *et al.*, 1998; Morales *et al.*, 2002). Consideramos de interés destacar que la resistencia a la infestación parasitaria es considerada como el carácter más útil al realizar un programa de selecciòn, ya que al reducir el número de parásitos se disminuye la contaminación de los potreros y reducen los efectos negativos sobre la producción (FAO, 2003).

Se pudo constatar además, que al discriminar los animales de acuerdo al nivel de infestación parasitaria, el valor hematocrito más bajo correspondió a los animales que presentaron una carga parasitaria elevada, lo cual ha sido relacionado básicamente con la presencia de especies hematófagas como las del genero *Haemonchus spp* (Urquhart *et al.*, 1999), tan ampliamente distribuidas en nuestro país (Moreno *et al.*, 1980; Morales *et al.*, 1995). Al considerar conjuntamente el conteo de hpg, el valor hematocrito y la condición corporal, podemos detectar la presencia de animales con elevados recuentos de huevos de estróngilos digestivos por gramo de heces, valor hematocrito bajo y condición corporal con puntaje de 1 a 2,5, los cuales pueden ser considerados como acumuladores de parásitos, mientras que aquellos animales con una buena condición corporal, valor hematocrito normal o próximo a los valores normales, pero con elevado recuento de hpg serían considerados como resilientes, ya que a pesar de soportar elevadas cargas parasitarias se encuentran en buenas condiciones (Cuadro 2). Ambas categorías de animales son los principales contaminadores del pastizal (FAO, 2003) y vemos como la sola condición corporal no orienta sobre la selección de los animales a tratar, ya que ambas categorías requieren tratamiento: los acumuladores de parásitos porque su salud y productividad está afectada y los resilientes por el elevado número de hpg que excretan con las heces. Ambos grupos de animales ejercen una elevada acción contaminante de los potreros, lo cual representa un riesgo elevado, fundamentalmente para los animales jóvenes debido a su mayor susceptibilidad frente a la infestación parasitaria (F.A.O., 2003). Además el hecho de encontrar animales con condición corporal ≤ 2,5, pero con bajos niveles de infestación parasitaria o negativos (Cuadro 2), limita el uso de este criterio en la planificación de desparasitaciones selectivas basadas en la valoración visual de dicha condición.

Cuadro 2. Condición corporal, grados de infección, conteo promedio de los huevos y valor hematocrito de bovinos Criollo Rió Limón, clasificados como acumuladores de parasitos, resilientes y resistentes.

Clasificación	N	Condición corporal	Nivel de infección	Conteo huevos	Código	Hematocrito	Código†
				hpg			
Acumulador de Parásitos	4	1 – 2,5	Alto	1.325	B	31,5	A
Resiliente	4	> 3	Alto	2.425	C	34.,5	AB
Resistente	34	2,5 - 3	N-L-M	94,1	A	36,3	B

n: número de bovinos.
†Letras distintas indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas (P< 0,05).

Al considerar los animales en función de su condición de acumuladores, resistentes o resilientes, se observa que el valor más bajo del hematocrito le correspondió a los acumuladores de parásitos, mientras que no acumuladores y resilientes presentaron hematocrito similares (Cuadro 2). Se evidencia que tampoco este parámetro es afectado por las cargas parasitarias elevadas en la categoría de animales resilientes, reflejando estas dos categorías de bovinos una mayor adaptabilidad al medio, expresada como resistencia o tolerancia a la infestación parasitaria (Batch *et al.*, 2001; FAO, 2003). No se observó ninguna asociación entre el color de la conjuntiva ocular y el valor hematocrito (Cuadro 3), lo cual imposibilita el uso de este criterio en la selección de animales a ser tratados con el antihelmíntico, tal como reportado por García *et al.* (2005). Sin embargo, en ovinos parasitados por nematodos hematófagos como *Haemonchus contortus* se ha reportado que el color de la conjuntiva ocular esta significativamente asociado con los valores del hematocrito y el conteo de hpg, por lo que representa un criterio de gran utilidad para seleccionar a la fracción de los animales a ser tratados con antihelmínticos (FAO, 2003). Tampoco se observo asociación entre el sexo y la condición de resistente (♀ = 18, ♂ = 16), resiliente (♀ = 1, ♂ = 3) ó acumulador de parásitos (♀ = 1, ♂ = 3), ya que en cualquiera de las categorías antes mencionadas pueden haber tanto machos como hembras.

Cuadro 3. Comparación entre los valores del hematocrito utilizando al color de la conjuntiva ocular como variable de clasificación.

Color Conjuntiva	n	Hematocrito	Código†
Rojo	12	35,2	A
Rosado	17	35,6	A
Rosado- Blanco	13	37,5	A

†Letras distintas indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas (P< 0,05).

En lo referente a la eficacia de los antihelmínticos empleados, observamos que en general todos presentaron una buena eficacia de acción (Cuadro 4). La elevada eficacia observada puede deberse a la baja frecuencia de las desparasitaciónes y al uso rotatorio de los químicos en relación con el grupo etario de los animales (FAO, 2003). Consideramos que el hecho de usar antihelmínticos con frecuencias de aplicación distintas, en relación con los grupos etarios, puede haber favorecido la presencia de poblaciones parasitarias en refugio (larvas en la pradera), es decir, provenientes de la contaminación del pastizal por parte de animales no tratados, disminuyendo la presión de selección de cepas quimioresistentes, lo cual contribuye a alargar la vida útil de los quimioterapicos empleados (FAO, 2003).

Cuadro 4. Evaluación de la eficacia de los antihelminticos Febendazole y Sulfoxido de Albendazole en bovinos Criollo Río Limón infectados en condiciones naturales

Antihelmintíco	n	Conteo huevos (Media) AT	Conteo huevos (Mediana) PT	Reducción
		---------- hpg ----------		%
Febendazole	10	1.040	20	98,07
Albendazole (Sulfóxido)	10	740	0	100

CONCLUSIONES

1. La presencia de animales resilientes al interior del rebaño Criollo Río Limón limita el uso de la condición corporal como criterio para seleccionar a la fracción de animales a ser tratados con el antiparasitario.
2. La presencia de animales resilientes al interior del rebaño solo puede ser detectada mediante la realización de la coproscopía cuantitativa.
3. No existe relación entre el color de la conjuntiva ocular y el valor hematocrito de bovinos Criollo Río Limón.
4. El valor hematocrito en animales resilientes y no acumuladores de parásitos es similar, pero superior al correspondiente al de los animales acumuladores de parásitos.
5. La eficacia de los antihelmínticos empleados en la finca resultó elevada, evidenciándose la ausencia de resistencia frente a los principios activos evaluados.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la realización de exámenes coproscópicos periódicos para seleccionar a la fracción de animales que requieren tratamiento (acumuladores y resilientes), a fin de evitar elevados niveles de contaminación del pastizal, así como la dosificación de animales que no lo requieren.

LITERATURA CITADA

Baker R. 1999. Genetic resistance to endoparasits in sheep and goats in the tropics and evidence for resistance in some sheep and goats breeds in sub-humid coastal Kenya. Anim. Gen. Res. Inf., 34: 13 – 30.

Batch G.; J. Hansen; R. Krecek; J. Vanwyk y A. Vatta. 2001. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. Final Report FAO Technical Cooperation in Africa. Project No. TCP/SAF/8821(a), FAO; Roma; 90 p.

Camus E. 1983. Diagnostic de la trypanosomose bovine sur le terrain par la méthode de centrifugation hematocrito. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 2(3): 751 – 769.

Domínguez C., P. Herrera, B. Birbe y N. Martínez. 1998. Impacto de la suplementación estratégica con bloques nutricionales en vacas doble propósito. *En* Madriz N. y E. Soto (Eds) Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Astro Data, Maracaibo, Venezuela. pp. 524 – 561.

FAO. 2003. Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Dirección de Producción y Sanidad Animal, No. 157, Roma. 52 p.

Ferrer R. 1983. Efecto del semental Holstein sobre el nivel de parasitismo gastrointestinal de su descendencia. Rev. Salud Animal; 5(2): 391 – 399.

Fiel C., O. Anziani; V. Suárez, R. Vázquez, C. Hedí, J. Romero, J. Caracostantogolo, C. Saumel, M. Mejía, J. Costa y P. Steffan. 2002. Resistencia antihelmíntica en bovinos: causas, diagnóstico y profilaxis. Vet. Arg., 18(171): 21 – 23.

García S., J. Mencho, Y. Guerra, E. Marín y M. Vale. 2005. Correspondencia entre el color de la mucosa conjuntival y el eritrograma en vacas mestizas. REDVET (Rev. Electron Vet.), 6 http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060605/060513.pdf

Hansen J. y B. Perry. 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminthes parasites of ruminants. International Laboratory for research on Animal Disease. Nairobi, Kenya. 171 p.

InfoStat. 2004. InfoStat Ver. 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Mandonnet N. 1995. Analyse de la variabilitè gènètique de la rèsistance aux strongles gastrointestinaux chez les pétits ruminants. Elements pour la definition d´objectifs et de critères de selection en milieu temperè ou tropical. Thèse Docteur en Sciences. Universitè de Paris XI, Orsay, France. 115 pp.

Martínez N., P. Herrera, B. Birbe y C. Domínguez. 1998. Relación entre la condición corporal y la respuesta reproductiva de hembras bovinas de doble propósito. *En* Madriz N. y E. Soto (Eds) Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Astro Data, Maracaibo, Venezuela. pp. 398-412.

Morales G. 1989. Epidemiología y sinecología de los helmintos parásitos de ovinos y caprinos de zonas áridas del estado Lara (Venezuela). Rev. Fac. Cien. Vet. UCV, 36: 9-52.

Morales G. y L. A. Pino. 1987. Parasitología Cuantitativa. Fondo Editorial "Acta Científica Venezolana". Caracas, Venezuela. 132 pp.

Morales G. y L.A. Pino. 1995. Parasitometria. Editorial Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. 224 pp.

Morales G., L. Moreno, L. A. Pino, Q. Surumay y J. Moreno. 1995. Relationship between adult worm burden and faecal egg count in naturally infected cattle. Res. Rev. Parasit., 55: 181 – 183.

Morales G., L. A. Pino, E. Sandoval y L. Moreno. 1998. Importancia de los animales acumuladores de parásitos (wormy animals) en rebaños de ovinos y caprinos naturalmente infectados. Analecta Vet., 18: 1 – 6.

Morales G., L. A. Pino, E. Sandoval, L. Moreno, D. Jiménez y C. Balestrini. 2001. Dinámica de los niveles de infestación por estróngilos digestivos en bovinos a pastoreo. Parasitología al Día, 25: 115 – 120.

Morales G., L. A. Pino, E. Sandoval, W. Aragort y L. González. 2002. Intensidad de la infección parasitaria sobre los índices ecológicos de la infracomunidad de nematodos Strongylida en bovinos naturalmente infectados. Veterinaria Trop., 27(1): 41–50.

Morales G., L. A. Pino, E. León, A. Guillén, Z. Rondón, C. Balestrini y M. Silva. 2002. Niveles de infección parasitaria en ovinos de reemplazo naturalmente infectados. Veterinaria Trop., 27(2): 123-135.

Morales G., L. A. Pino, E. Sandoval y D. Jiménez. 2005. Helmintosis gastrointestinal de los bovinos en Venezuela. Revista Digital Ceniap Hoy, 7. http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n7/arti/morales g1/arti/morales_g1.htm

Moreno L., J. Domínguez, M Parra y R. Gomez. 1980. Helmintos gastrointestinales de bovinos de los estados Guárico, Zulia, Barinas y Apure, Venezuela. Veterinaria Trop., 5(1): 35 – 42.

Pino L. y G. Morales. 2004. Características del parasitismo por nematodos gastro-intestinales en rumiantes domésticos de Venezuela. REDVET (Rev. Electron. Vet.), 1. http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n01104.html

Romero J. 2005. Que clase de problemas merecen intervención del veterinario en el campo. Red de Helmintología para América Latina y El Caribe. Conferencia Electrónica 2005. http://cnia.inta.gov.ar/helminto

Sandoval E., E. Espinoza, N. González, G. Morales, W. Montilla y D. Jiménez. 1998. Encuesta seróhematológica en bovinos tripanosusceptibles de dos unidades agro-ecológicas del Valle de Aroa. Rev. Fac. Cien. Vet. LUZ, 8(3): 253-258.

Stear M. y M. Murray. 1994. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematode. Vet. Parasitol., 54: 161-76.

Urquhart G. J. Armour, J. Duncan, A. Dunn y F. Jennings. 1999. Veterinary Parasitology. Blackwell, Glasgow, Escocia. 307 pp.

Zootecnia Trop., 24(3): 347-360. 2006

Prevalencia de infecciones con estróngilos digestivos en bovinos doble propósito de la zona de Tucacas, estado Falcón, Venezuela

Jessica Quijada[1*], Manuel Rivera[1], Carlos González[2]. Isis Vivas[1], David Simoes[3] y Roger Ramírez[3]

RESUMEN

Con el objetivo de obtener información epidemiológica de rebaños bovinos de raza Carora y mestizajes de Cebuínos con Pardo Suizo y Holstein infestados en condiciones naturales y estratificados en cuatro grupos etarios, mediante el empleo de antihelmínticos sobre la prevalencia y las cargas parasitarias expresadas en número de huevos de estróngilos digestivos por gramo de heces (HPG), se efectuó el presente estudio en cuatro fincas en la zona ganadera de Tucaras, estado Falcón, Venezuela. Durante el período de mayo a noviembre 2002 se analizaron (Técnica de Mc Master) 190 muestras de heces mensualmente. Las muestras se estatificaron en cuatro grupo erarios: 1) Becerros: 0 a 6 meses, 2) Mautes: 7 a 12 meses, 3) Novillas: 13 a 24 meses y 4) Adultos: mas de 25 meses. En cada finca se calculo la: prevalencia de infección con estróngilos digestivos y sus cargas parasitarias. Los valores de prevalencia fueron: finca 1 (n= 68) 37,7%; finca 2 (n= 27) 31,1%; finca 3 (n= 32) 45,8% y finca 4 (n= 63) 50,4%. Las cargas parasitarias (HPG promedio o abundancia) fueron por grupo erario, respectivamente: finca 1 (251,0; 64,5; 47,7; 20,0), finca 2 (124,4; 224,4; 63,0; 23,1), finca 3 (327,0; 289,0; 13,9; 59,7), finca 4 (362,5; 107,0; 32,0; 39,9). Sólo en la Finca 2, las mayores cargas parasitarias se presentaron en el grupo etario 2. Se encontraron diferencias significativas al comparar la prevalencia promedio en la finca 1. La comparación de los valores de carga parasitaria entre meses de muestreo, entre fincas, entre grupos etarios y con

[1] Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV). Apartado Postal 4563, Maracay 2101, Aragua. Venezuela. *Correo electrónico: jessiquijada@yahoo.com.br

[2] UCV, Facultad de Agronomía. Maracay, Aragua. Venezuela.

[3] Universidad del Zulia, FCV. Maracaibo, Zulia. Venezuela.

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

los niveles de prevalencia, arrojaron diferencias significativas en las cuatro fincas.

Palabras clave: prevalencia, estróngilos digestivos, strongylida, rumiantes.

Prevalence of infections with digestive strongyles in dual purpose bovines in Tucacas area, Falcon state, Venezuela

SUMMARY

The aim of the present study was to gather epidemiological data in bovine herds of the Carora breed and crossings of Brahman, Holstein and Brown Swiss naturally infected. Animals were set out in four age groups to obtain information about management and anthelmintic control on prevalence and parasitic burdens expressed in eggs per feces gram number (EPG). This study was carried out in four ranches in Falcon state, Venezuela. Between May and November 2002, 190 monthly feces samples were analyzed by McMaster coprological technique. In each ranch, sampling was stratified in four groups according to age, as: 1) Calves: 0 to 6 months old, 2) "Maute": 7 to 12 months old, 3) Heifers: 13 to 24 moths old and 4) Adults: older than 25 months old. The prevalence values were 37.7% (n=68), 31.1% (n=27), 45.8% (n=32), and 50.4% (n=63) for ranches 1, 2, 3. and 4, respectively. Prevalence and parasitic burdens were assessed. The parasitic burdens (average HPG or abundance) for each age group, respectively, were: Ranch 1 (251.0; 64.5; 47.7; 20.0), Ranch 2 (124.4; 224.4; 63.0; 23.1), Ranch 3 (327.0; 289.0; 13.9; 59.7), Ranch 4 (362.5; 107.0; 32.0; 39.9). Higher parasite loads were only found in ranch 2 in age group 2. Ranch 1 prevalence showed statistical differences when compared to the other ranches. Parasitic burdens were significant among months of sampling, among ranches, among age group and prevalence.

Key words: prevalence, digestive strongyles, strongylida, ruminants.

INTRODUCCIÓN

Las estrongilidosis son las infecciones por helmintos (Nematoda: Strongylida) más importantes dentro de los rebaños bovinos, produciendo pérdidas en la producción tanto por las alteraciones orgánicas en éstos hospedadores, que causan desde retraso del crecimiento y pérdidas en la

producción, hasta la muerte de los animales, en casos extremos (Morales *et al.*, 1996; Morales *et al.*, 1997). Por otra parte elevan los costos de producción por la implementación de programas de control y uso de drogas antihelmínticas en los rebaños. Éstas son infecciones asociadas al pastoreo, ya que parte del ciclo biológico de éstos parásitos se cumple en el medio ambiente, estableciéndose infecciones continuas (Moreno, 1983; Moreno *et al.*, 1990; Moreno *et al.*, 1991), por lo que el control efectivo de las estrongilidosis debe basarse en el conocimiento de su dinámica dentro de las poblaciones de hospedadores (Moreno, 1996).

Con el objetivo de obtener información epidemiológica de éstas infecciones en una importante zona ganadera del occidente de Venezuela, se llevó a cabo el presente estudio descriptivo de las infecciones naturales con estróngilos digestivos, bajo las condiciones habituales de manejo en cuatro fincas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Corresponde al área geográfica del Municipio José Laurencio Silva, del Estado Falcón, al sur-este del estado teniendo una extensión aproximada de 731 km^2. La topografía es predominantemente plana, de llanuras bajas, existiendo además zonas de colinas intermedias entre el sector montañoso y la depresión. El área del Municipio está incluida geográficamente en las coordenadas 68° 00´- 68° 30´ O y 10° 30´- 11° 00´ N. La zona de vida corresponde a bosque seco tropical a 15 msnm, con una temperatura media anual de 27 a 28°C y precipitaciones entre 1.200 y 1.800 mm, con condiciones climáticas de tipo sub-húmedo. Están bien diferenciadas las épocas de sequía (de Enero a Abril) y la de lluvia con 6 a 9 meses de duración (desde abril a Diciembre).

Las cuatro fincas que participaron en el estudio, presentan como forrajes en los potreros: pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y Guinea (*Panicum maximum*). Cada finca tiene una extensión aproximada de 150 ha.

Muestra

Los rebaños están constituidos por animales del tipo "Carora" y mestizos de cebuínos con Holstein y Pardo Suizo. Se calculó el número de la muestra aplicando la fórmula: $n = Z^2.p.q/EMA^2$, utilizando como nivel de

prevalencia 60% (Moreno, 1996). Se obtuvo un tamaño muestral de 190 animales, los cuales se estratificaron de acuerdo a la población de las fincas estudiadas y dentro de ellas, entre cuatro grupos etarios (Márquez, 1987): Grupo etario 1: (becerros) 0 a 6 meses, Grupo etario 2: (mautes) 7 a 12 meses, Grupo etario 3: (novillas) 13 a 24 meses y Grupo etario 4 (adultos) mayores de 25 meses.

Muestreo

Durante los meses de mayo a noviembre de 2002 se tomaron muestras de heces directamente de la ampolla rectal de los animales, las cuales se colocaron en bolsas de polietileno debidamente identificadas (por finca y por grupo etario) y se refrigeraron hasta ser procesadas usando la técnica de Mc Master modificada (Bowman, 1999), para detectar la infección por estróngilos digestivos y la carga parasitaria correspondiente. Los muestreos se efectuaron antes o dos semanas después de los tratamientos antihelmínticos que, como parte del manejo sanitario le fueron aplicados a los rebaños (Echevarría *et al.*, 1996). En las cuatro fincas se aplicó un único tratamiento antihelmíntico en el mes de mayo, utilizando como principios albendazol (Finca 2) o ivermectina (Fincas 1, 3, 4).

Cálculo de la prevalencia

Se consideró positiva a la infección toda muestra examinada con un contaje mayor a 50 HPG y se calculó la prevalencia (por mes, por finca y por grupo etario) mediante la fórmula (Morales y Pino, 1987; Márquez, 1987):

Prevalencia = (Nº de animales con HPG ≥50 / Nº total de animales examinados) * 100

Análisis estadístico

Se usó la escala ordinal y se realizaron análisis estadísticos utilizando la vía No Paramétrica (SAS, 2001). Se usó el análisis de varianza de Kruskal-Wallis para las variables: prevalencia y carga parasitaria en función de mes de muestreo, finca y edad. Las pruebas estadísticas se aplicaron considerando un nivel de probabilidad de $P<0,05$.

RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de la prevalencia promedio observado durante el período de estudio, donde el mayor valor se observó en la finca 4. La prevalencia fue de moderada a alta, de acuerdo a cada grupo etario y por finca, fluctuando entre 8,33 y 60,15%, independientemente del antihelmíntico aplicado. Por otra parte, los niveles de cargas parasitarias (HPG promedio o abundancia), estuvieron siempre por debajo de 400 HPG por grupo etario (Figuras 2 y 3), lo que indica que los recuentos de HPG se ven afectados más por el número de animales con altas cargas parasitarias que por el número de animales infectados en general. En las fincas 1,3 y 4 las mayores cargas se observaron en los animales del grupo 1 (becerros 0-6 meses); sólo en la Finca 2 las mayores cargas parasitarias se presentaron en el grupo etario 2 (animales de 7 a 12 meses), por lo que las mayores cargas parasitarias fueron observadas en animales menores de 1 año de edad. Se encontraron diferencias estadísticas, tanto al comparar las prevalencia promedio entre fincas, solo para la finca 1 ($P<0,05$). Al comparar las cargas parasitarias promedio entre grupos etarios en cada finca y entre las cuatro fincas se encontraron diferencias ($P<0,05$).

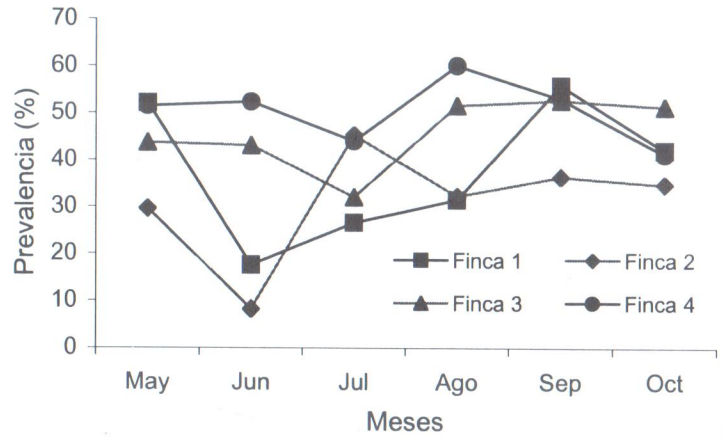

Figura 1. Prevalencia promedio mensual (%) de infección por estróngilos digestivos por finca (mayo-octubre 2002).

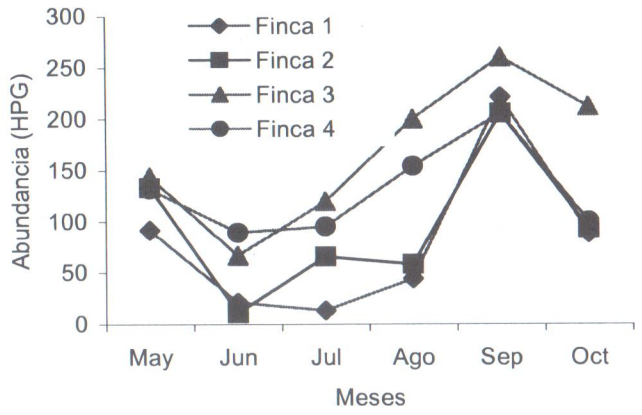

Figura 2. Cargas parasitarias promedio (HPG promedio) o abundancia de infección por estróngilos digestivos por finca (mayo-octubre 2002).

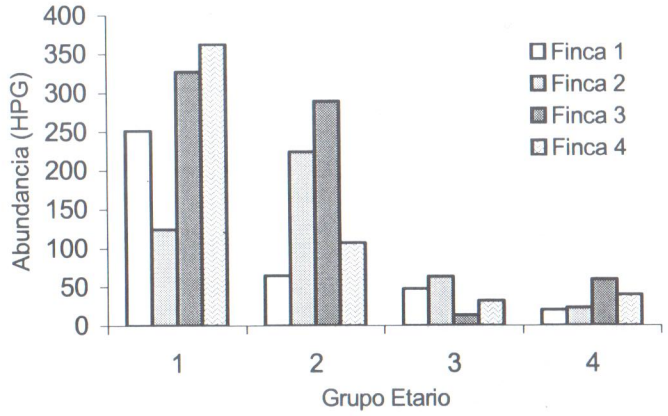

Figura 3. Abundancia (HPG promedio) de infecciones por estróngilos digestivos por grupo etario en cada finca (mayo-octubre 2002)

DISCUSIÓN

Prevalencia de infecciones con estróngilos digestivos y carga parasitarias por finca

Los valores de prevalencia de infección con estróngilos gastrointestinales observados (31,03 a 50,36%), resultaron inferiores a los reportados para éstas infecciones en bovinos en diversos estudios en Venezuela, Holanda y Vietnam que señalan valores de 65 al 92% (Borgsteede *et al.*, 2000; Holland *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 1985; Rivera y Hurtado, 1983). En esos casos se realizaron en rebaños con manejo extensivo, con asistencia técnica deficiente, lo que pudiera explicar esos valores, en contraposición con las fincas evaluadas en este estudio, que son explotaciones "semi-intensivas" y con asistencia veterinaria regular. Sin embargo, se aproxima al descrito por Van Aken *et al.* (2000) quienes señalan una prevalencia de 53% de infección por estróngilos en bovinos de las Filipinas, similar al correspondiente a la finca 4. Los menores niveles de prevalencia pudieran estar también asociados a la raza de los animales examinados, en los que existe una alta proporción de genes *Bos indicus*, los cuales como señalan Suárez *et al.* (1995) son más resistentes a estas infecciones. Existen diferencias estadísticas entre los valores de prevalencia promedio mensual entre las fincas y meses de muestreo ($P<0,05$), lo cual indica que el porcentaje de animales infectados varió durante el estudio, evidenciando que las infecciones fluctúan en el tiempo, debido en gran medida a la capacidad de respuesta antes estas infecciones por los hospedadores y por otra parte, a la disponibilidad de formas infectivas en el medio ambiente. El análisis estadístico de cada finca individualmente, revela que solo en la finca 1 existió una diferencia estadística significativa entre la prevalencia entre meses de muestreo ($P<0,05$), no existiendo diferencias estadísticas en las otras fincas ($P>0,05$), lo cual indica que en éstos rebaños los niveles de prevalencia se vieron afectados por factores distintos al mes de muestreo.

Se presentaron "picos" de prevalencia de infección con estróngilos en el mes de julio para la finca 2; agosto para la finca 4 y septiembre para fincas 1 y 3, lo cual coincide con lo señalado por Cortés (1976) quien indica que septiembre y noviembre son los meses en que se presenta la mayor prevalencia de éstas infecciones en la zona de bosque seco tropical (a la que pertenece la zona en estudio) en Venezuela, pero difieren de lo señalado por Moreno *et al.* (1990), quienes observaron picos de prevalencia en los meses de abril (75% en vacas menores de 7 años) y junio (62,5% en vacas mayores de 7 años), en una finca del estado Guárico. Probablemente ello se debe a las diferentes distribuciones pluviométricas en ambas zonas o características

intrínsecas de manejo en cada explotación en esas fincas, en relación con las fincas estudiadas.

Entre fincas existieron diferencias significativas entre los valores de abundancia, lo que indica que las cargas parasitarias variaron entre cada una de ellas (P<0,05). En cuanto a las cargas parasitarias promedio, los valores fueron bajos durante todo el estudio (HPG promedio < 300) en las cuatro fincas, lo que resultan inferior a aquella capaz de producir enfermedad (Cortés, 1976), es decir serían causantes de infecciones subclínicas. Así, resultan inferiores a los señalados en bovinos por Ndao *et al.* (1995) en bovinos de Gambia (633 ± 382 HPG), Moyo *et al.* (1996) en Zimbabwe (de hasta 1.000 HPG) y se incluyen en el rango de los observado por Moreno y Gómez (1991) quienes hallaron cargas parasitarias entre 44,1 y 830,2 HPG promedio en Venezuela.

En el presente estudio, los máximos valores de abundancia (cargas parasitarias promedio) correspondieron al mes de septiembre para los cuatro rebaños, lo que coincide con lo señalado por Cortés (1976) en Venezuela y por Almería *et al.* (1996) en España.

Prevalencia de infecciones con estróngilos digestivos y carga parasitarias por grupo etario

La diferencia estadística obtenida entre los grupos etarios en cada finca demuestra la influencia que tiene la variable "edad" sobre la prevalencia de éstas infecciones. En las cuatro fincas se observaron que los mayores valores de prevalencia se presentaron en los animales del grupo etario 1 (bovinos de 0 a 6 meses de edad) y 2 (bovinos de 7 a 12 meses). Esto coincide con Cortés (1976), en cuanto a que las infecciones por estróngilos en ésta especie de hospedador, comienzan a detectarse desde los 22 días de edad, alcanzando su "cúspide" entre 100 y 200 días de edad. Almería *et al.* (1996) comienzan a encontrar éstas infecciones en bovinos a partir de los 28 días de edad y Holland *et al.* (2000) a partir de los 2 meses de edad. Van Aken *et al.* (2000) señalan, además, que el mayor valor de prevalencia se encuentra en animales de 0 a 12 meses de edad, quienes son los más susceptibles a estas infecciones, al tener un sistema inmunológico inmaduro.

La prevalencia promedio fue menor en los grupos etario 3 (novillas de 13 a 24 meses de edad) y 4 (adultos mayores de 25 meses de edad) para cada finca. Esto se relaciona con el desarrollo de inmunidad hacia los parásitos (Moreno, 1996; Moyo *et al.*, 1996), que conlleva a una prevalencia menor en los animales mayores de 18 meses por que puede impedir la instauración del parasitismo de forma efectiva. Sin embargo, en vacas se han

observado prevalencias de 0 a 62,5% a éstas infecciones, asociado a que en gestación se hacen más susceptibles a la infección por efecto hormonal y al estrés nutricional al que se someten a estos hospedadores durante algunos meses del año en el trópico, por la menor disponibilidad de forrajes y una baja ingesta proteica (Ordóñez, 1989; Moreno *et al.*, 1990; Gennari *et al.*, 1995). Lo anterior también puede explicar porqué se presentaron también prevalencias superiores al promedio general de cada finca, en animales de los grupos 3 y 4, en algunos meses del estudio. Van Aken *et al.* (2000) obtuvieron 37% de prevalencia de infección por estróngilos en bovinos adultos, valor similar al obtenido en el presente estudio en la finca 1 para este grupo etario; pero que resulta superior al obtenido en las fincas 2, 3 y 4 para animales de esta edad. No obstante, difiere de lo que indican Borgsteede *et al.* (2000) de 70% de los animales examinados negativos (técnica de McMaster), similar a lo obtenido en las fincas 1, 2 y 4.

La diferencia estadística (P<0,05) entre las cargas parasitarias entre grupos etarios señala la importancia de la variable "edad" sobre los contajes fecales de huevos, lo cual se repitió en las cuatro fincas estudiadas (Moreno y Gómez, 1991; Holland *et al.*, 2000). Las mayores cargas parasitarias se presentaron en los animales del grupo 1 (bovinos de 0 a 6 meses de edad); excepto en la finca 2, en las que las mayores abundancias en promedio se presentaron en los animales del grupo 2 (bovinos de 7 a 12 meses de edad), animales que aún no han alcanzado una completa inmunidad contra estos helmintos (Borgsteede *et al.*, 2000). Los valores de abundancia en el grupo 1 (bovinos de 0 a 7 meses de edad), fue >250 HPG en las fincas 1, 3 y 4 durante el estudio, valor que se encuentra dentro del rango de valores de abundancia descritos para becerros por Rivera *et al.* (1985) y por Holland *et al.* (2000), pero resultan inferiores a los que señalan Suárez *et al.* (1995) en becerros en Argentina (680 HPG), y por Moreno y Gómez (1991) en fincas en Venezuela con promedio de 830,2 HPG. La baja abundancia en animales de éste grupo etario, como explican Suárez *et al.* (2001), puede ser el resultado del "efecto diluyente" de la contaminación de las pasturas que ocurre cuando los becerros pastorean junto a bovinos de mayor edad, práctica común en las cuatro fincas estudiadas. Bajo ese modo de pastoreo, los bovinos adultos además de que eliminan menor cantidad de HPG, consumen mayor cantidad de forraje y en consecuencia una mayor cantidad de larvas infectivas, disminuyendo la disponibilidad de las mismas para los becerros.

Por otra parte, la abundancia obtenida en el grupo 1 de las cuatro fincas resultan superiores a los señalados por éstos autores en becerros: Almería *et al.* (1996) <80 HPG; Agneessens *et al.* (1997): 0 -150 HPG; Forbes *et al.* (2000) 120 HPG en U.S.A. y Peña *et al.* (2000) 112,5±13,0 HPG en Louisiana.

Los valores de abundancia observados en los animales del grupo 2 (bovinos de 7 a 12 meses de edad) son inferiores a los obtenidos por Moreno y Gómez (1991), de 555,8 HPG en animales de éste grupo. Solo en la finca 2, la abundancia de los animales del grupo 2 fueron superiores a los del grupo 1, posiblemente por una mayor proporción de animales recién destetados, momento altamente estresante para los bovinos, que pudo haberlos hechos más susceptibles a la infección (Moreno y Gómez, 1991). En contraposición, en la finca 2 se observó la menor abundancia en los animales del grupo 1 (bovinos de 0 a 6 meses de edad) de las cuatro fincas estudiadas, que según Van Aken *et al.* (1998) puede estar en relación a que en los becerros de mayor edad se presentan contajes fecales de huevos de estróngilos menores, debido a que albergan cargas parasitarias menores.

Los animales del grupo 3 (novillas de 13 a 24 meses de edad) presentaron cargas parasitarias por debajo de 70 HPG, lo que coincide con los reportados por Moreno y Gómez (1991) en animales de edad similar. En animales de éste grupo etario, la exposición previa a los estróngilos gastrointestinales durante el pastoreo determina el desarrollo de resistencia (inmunidad), por lo que las cargas parasitarias que albergan son menores, lo cual se evidencia con los menores contajes de huevos en sus heces (Claerebout *et al.*, 1998; Forbes *et al.*, 2000; Van Aken *et al.*, 1998).

En las cuatro fincas, los valores de abundancia dentro de los animales del grupo 4 (bovinos >25 meses) fueron las más bajas de los cuatro grupos etarios considerados similar a lo obtenido por Moyo *et al.* (1996). La abundancia en las cuatro fincas para el grupo etario 4, se encuentra de los rangos descritos por Borgsteede *et al.* (2000), pero resultaron muy inferiores a los observado por Moreno y Gómez (1991) de 123,6 HPG. También fueron inferiores las abundancias obtenidas en vacas por Moreno *et al.* (1990). Las bajas cargas parasitarias en animales de éste grupo etario (animales adultos) está en función del desarrollo de una fuerte respuesta inmune; no obstante, como explican Peña *et al.* (2000) puede ocurrir una disminución de la resistencia como consecuencia de cambios dietarios, enfermedades infecciosas, gestación, lactancia lo que contribuye a elevaciones en los contajes de HPG y en consecuencia mayor contaminación de las pasturas. Por lo que, los adultos pese a sus bajas cargas parasitarias, tienen una notable contribución en la contaminación de las pasturas y la consiguiente infección de los animales más jóvenes, becerros principalmente (Agneessens *et al.*, 1997)

CONCLUSIONES

Los niveles de prevalencia y abundancia observados son suficientes para garantizar una adecuada exposición de los animales más jóvenes a éste parasitismo a fin de que logren el desarrollo de inmunidad efectiva contra estos helmintos. A pesar del "pico" de abundancia observado en las cuatro fincas para el mes de septiembre, el efecto de resistencia a estos parásitos se manifiesta al descender sus niveles al mes siguiente, sin la administración de antihelmínticos. Bajo las condiciones del presente estudio, las medidas de manejo implementadas en cada finca permiten controlar efectivamente los niveles de infección por estróngilos digestivos y el único tratamiento antihelmíntico aplicado al inicio de las lluvias, parece ser efectivo en el control de las estrongilidosis.

LITERATURA CITADA

Agneessens J.; P. Dorny, W. Hollanders, E. Claerebout y J. Vercruysse. 1997. Epidemiological observations on gastrointestinal nematode infectios in grazing cows-calf pairs in Belgium. Vet. Parasitol., 69: 65-75.

Almería S., M. Llorente y J. Uriarte. 1996. Monthly fluctuations of Word burdens and hipobiosis of gastrointestinal nematodes of calves in extensive management systems in the Pyrenees (Spain). Vet. Parasitol., 67: 225-236.

Borgsteede F., J. Tibben, J. Cornelissen, S.J. Agneessen y C. Gaasenbeek. 2000. Nematode parasites of adult dairy cattle in the Netherlands. Vet. Parasitol., 89: 287-296.

Bowman D. 1999. Georgis´ Parasitology for Veterinarians. 7ma ed. Saunders Company. Philadelphia.

Claerebout E., J. Vercruysse, P. Dorny, E.D. Demeulenaer y A. Dereu. 1998. The effect of different infection levels on acquired resistance to gastrointestinal nematodes in artificially infected cattle. Vet. Parasitol., 75: 153-167.

Cortés P. 1976. Fluctuación estacional de los parásitos gastrointestinales del ganado bovino, desde su nacimiento hasta el destete en la zona de bosque y llano. Rev. Fac. Cien. Vet. UCV, 26(1-8): 92-136.

Echevarría F., M. Borba, A. Pinheiro, P. Waller y J. Hansen. 1996. The prevalence of antihelmintic resistance in nematode parasites of sheep in southern Latin America: Brazil. Vet. Parasitol , 62: 199-206.

Forbes A., C. Huckle, M. Gibb, A. Rook y R. Nuthall. 2000. Evaluation of the effects of nematode parasitism on grazing behaviour, herbage intake and growth in young grazing cattle. Vet. Parasitol., 90: 111-118.

Gennari S., A. Abdalla, D. Vitti, C. Meirelles, R. Lopes y M. Viera. 1995. *Haemonchus placei* in calves: effects of dietary protein and multiple experimental infection on worm establishment and pathogenesis. Vet. Parasitol., 59: 119-126.

Holland W., T. Luong, L. Nguyen, J. Do y J. Vercruysse. 2000. The epidemiology of nematode and fluke infections in cattle in the Red River Delta in Vietnam. Vet. Parasitol., 93: 141-147.

Márquez N. 1987. Fundamentos de Epidemiología Veterinaria. Editorial América. Caracas. .

Morales G. y L. A. Pino. 1987. Parasitología Cuantitativa. Fundación Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. Caracas.

Morales G., L. G. Moreno, L. A. Pino y Q. Surumay. 1996. Carga y asociaciones parasitarias: su efecto sobre el número de huevos en bovinos naturalmente infectados. Vet. Trop., 21(2): 145-154.

Morales G., L. A. Pino, D. Olivera y L. Moreno. 1997. Biodiversidad de nematodos en vacas infestadas naturalmente. Vet. Trop., 22(1): 31-41.

Moreno L. 1984. Variación mensual de las helmintosis gastrointestinales en un rebaño bovino del distrito Miranda, estado Guárico, Período Febrero-Diciembre 1983. Resúmenes Jornadas Técnicas CENIAP: Publicación Especial Nº 14-02.

Moreno L., H. Castaños y E. Garrido. 1985. Helmintosis gastrointestinal en bovinos de varias regiones de Venezuela. Diagnóstico post-mortem. Vet. Trop., 10: 43-58.

Moreno L. R. Acosta, E. Garrido y M. Lugo. 1990. Helmintosis gastrointestinales en vacas mestizas Brahman del Distrito Miranda, estado Guárico. Vet. Trop., 15: 27-37.

Moreno L. y E. Gómez. 1991. Parásitos gastrointestinales y pulmonares en bovinos del estado Bolívar. Vet. Trop., 16: 55-68.

Moreno L. G. 1996. Helmintosis gastrointestinal bovina, epidemiología y control en Venezuela. Tópicos sobre Parasitología Veterinaria. Pfizer-Salud Animal. Maracay. pp 9-22.

Moyo D., O. Bwangamoi, W. Hendrikx y M. Eysker. 1996. The epidemiology of gastrointestinal nematode infectios in communal cattle and commercial beef cattle on the highveld of Zimbabwe. Vet. Parasitol., 67: 105-120.

Ndao M., V. Pandey, J. Zinsstag y K. Pfister. 1995. Helminth parasites and hypobiosis of nematodes in N´dama cattle during the dry season in The Gambia. Vet. Parasitol., 60: 161-166.

Ordóñez J. 1989. Efecto de los helmintos parásitos sobre la eficiencia reproductiva de bovinos. Rev. ASOGAL, 28: 18-20.

Peña M. T., J. E. Miller, W. Wyatt y M. Kearny. 2000. Differences in susceptibility to gastrointestinal nematode infection between Angus and Brangus cattle in south Louisiana. Vet. Parasitol., 89: 51-61.

Rivera M. A., F. A. García y C. Sabaté. 1985. Parasitismo gastrointestinal en bovinos jóvenes de la estación experimental "La Antonia" San Felipe, Yaracuy, Venezuela. Rev. Fac. Cien. Vet. UCV, 32(1-4): 37-45.

Rivera M. y E. Hurtado. 1983. *Mecistocirrus digitatus* (Von Linstow, 1906) Railliet y Henry, 1912. (Nematoda: Trichostrongylidae) en bovinos del estado Apure, Venezuela. Rev. Fac. Cien. Vet. UCV, 30: 1-8.

SAS Institute. 2001. SAS User`s Guide: Statistics. Version 8.2. SAS Inst., Cary, NC.

Suárez V., M. Busetti y R. Lorenzo. 1995. Comparative effects of nematode infection on *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred calves grazing on Argentina´s western pampas. Vet. Parasitol., 58: 263-271.

Suárez V., M. Busetti y F. Babinec. 2001. Effect of previous suppressive anthelmintic treatments on subsequent nematode infection in fattening cattle in Argentina. Vet. Parasitol., 96: 221-231.

Van Aken D., J. Vercruysse, A. Cargantes, J. Lagapa y D. Shaw. 1998. Epidemiology of *Mecistocirrus digitatus* and other gastrointestinal nematodo infections in cattle in Mindanao, Phillipines. Vet. Parasitol., 74: 29-41.

Van Aken D., A. Cargantes, L. Valdez, A. Flores, P. Dorny y J. Vercruysse. 2000. Comparative study of strongyle infections of cattle and buffaloes in Mindanao, the Phillipines. Vet. Parasitol., 89:133-137.

Zootecnia Trop., 24(3): 361-378. 2006

Harinas de planta entera de frijol (*Vigna unguiculata*) y de mazorca de maíz (*Zea mays*) como suplemento para becerros antes del destete

Carlos Canelones y Manuel Castejon*

RESUMEN

En los sistemas de producción de doble-propósito, el amamantamiento restringido mejora el ingreso por leche vendible, pero es negativo para el crecimiento de los becerros. Sin embargo, un arreglo de alimentación agropastoril la suplementación con cultivos podría mejorar el suministro de nutrientes. Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el consumo de harinas de frijol y de mazorca de maíz, el consumo de leche y el crecimiento de becerros pre-destete. El ensayo tuvo una duración de 217 días y se usaron 30 becerros hijos de vacas mestizas de Brahmán x Holstein x Simmental. Se colocaron cinco becerros en tres tratamientos ubicados en dos bloques al azar. Los tratamientos fueron: harina de frijol (F), harina de maíz (M) y harina de frijol + harina de maíz (FM) todos a voluntad. Los becerros entraron al experimento entre 30 y 45 días de nacidos y después del ordeño permanecieron 30 minutos con sus madres, para luego ser llevados a potreros de *Cynodon nlemfuensis* durante 6 horas/día. En la tarde fueron alojados en corrales individuales donde se les ofreció el suplemento. La producción de leche vendible ($P<0,01$) fue 4,1 2,8 y 4,2 L/d para F, M y FM, respectivamente. Los consumos de leche ($P>0,05$) fueron 2,5 2,4 y 2,54 L/d; de suplementos ($P<0,05$) 0,35 0,76 y 0,52 kg MS/d y las ganancias de peso ($P>0,05$) 0,41 0,48 y 0,37 para F, M y FM, respectivamente. Se concluyó que el aporte de la leche para suplir los requerimientos de energía y proteína disminuye, debido a que su consumo permanece constante mientras que los requerimientos aumentan, pero los becerros tienen la capacidad de ajustar el consumo de los componentes de la dieta, cuando encuentran restricciones debidas a cantidad ofrecida, calidad y palatabilidad.

* Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apartado 4579, Maracay 2101. Aragua, Venezuela. *Correo electrónico: castejonmarquez@yahoo.com

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

Palabras clave: becerros, amamantamiento restringido, suplemento, harina de frijol, maíz.

Flours of whole cowpea (*Vigna unguiculata*) and cob maize (*Zea mays*) as supplements for suckling calves

SUMMARY

In the dual purpose systems, the restricted sukling increases the income due to vendible milk, but in turn it decreases the yearling calf growth if they are not properly supplemented. An agropastoral system with crops for supplementation would improve the calf feeding. This work had as aim to study milk intake, whole cowpea and whole maize cob flours intake and calves growth. The experiment lasted for 217 days and were used 30 calves, from crossbred cows (Brahman x Holstein x Simmental). There were five calves in each of the three treatments in two randomized blocks. Treatments were: cowpea flour (F), maize flour (M), and cowpea plus maize flour (FM) all of them *ad libitum*. Calves were incorporated to the trial at 30-45 days age. They stayed with their dams about 30 minutes after milking, thereafter were taken to paddocks of star grass (*Cynodon nlemfuensis*) during 6 h/d. In the afternoon were taken into individual pens where the supplements were offered. The vendible milk ($P<0.01$) were 4.1, 2.8, and 4.2 L/d; milk intake ($P>0.05$) were 25, 2.4, and 2.54 L/d; supplement intake ($P>0.05$) were 0.35, 0.76, and 0.52 kg DM/d, and liveweight gain ($P>0.05$) were 0.41, 0.48, and 0.37 for F, M, and FM treatments, respectively. It was concluded that the milk contribution to supply the requirements of energy and protein diminishes, because its consumption remains constant whereas the requirements increased, but the yearling calves have the capacity to fit the consumption of the components of the diet, when they find restrictions due to offered amount, quality and palatability.

Key words: calves, restricted suckling, supplementation, maize, mug bean, flour.

INTRODUCCIÓN

En mayoría de los sistemas de producción de leche con vacas de doble-propósito, la alimentación de los becerros antes del destete se hace mediante el método de amamantamiento natural restringido con la leche que queda en la ubre después del ordeño; adicionalmente, se les suministra

concentrados y pastorean durante parte del día (Capriles, 1982). En términos económicos este método, mejora el ingreso por leche vendible, y en términos fisiológicos incrementa la producción de leche total por vaca en 30% (Ugarte y Preston, 1972; Paredes *et al.*, 1980). Pero debido al consumo restringido de leche, el crecimiento de los becerros, es afectado negativamente, con el consecuente retardo en el desarrollo de las hembras que servirán de reemplazo (Stelwagen y Grieve, 1990). Una forma de subsanar las restricciones que acarrea este método de alimentación, puede ser mediante la suplementación tanto energética como proteica con cultivos asociados a la ganadería en un sistema agropastoril (Castejon, 1996).

En Venezuela, la fuente de proteína en la formulación de raciones para becerros en buena parte proviene de la soya y las tortas de oleaginosas. Pero, la soya es un producto básicamente importado de alto precio y las tortas de oleaginosas no están fácilmente disponibles para el productor. El uso de fuentes alternativas de proteína con cultivos que pueden ser producidos en la finca ganadera, coloca al frijol como una leguminosa de gran potencial tanto alimenticio como económico. Esta es una leguminosa ampliamente conocida entre productores, precoz, con una producción alrededor de 1.200 kg de MS/ha. (cosechada como planta entera) y de alta adaptabilidad a las condiciones edafo-climáticas del país. Por otra parte la suplementación energética se puede hacer con maíz, el cual tiene las mismas características para la producción que el fríjol. El trabajo tuvo como objetivo estudiar una alternativa tecnológica que permitiría incorporar al frijol y al maíz como materias prima en raciones para la alimentación suplementaria de becerros con amamantamiento restringido, evaluando el consumo de harinas de planta entera de frijol y de mazorca entera de maíz y el efecto de la suplementación, sobre el consumo de leche y el crecimiento de becerros hasta el destete.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El ensayo se llevó cabo en la Estación Experimental San Nicolás de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, el cual se ubica en la zona de San Nicolás, estado Portuguesa, Venezuela. La zona está ubicada en la latitud 08° 49' N y longitud 69° 49" O a una altitud de 133 msnm, con promedios anuales de temperatura 25,5°C, humedad relativa 78% y precipitación anual de 1.550 mm. El período lluvioso está comprendido entre el inicio de abril y mediados de noviembre, con el mayor pico a mediados de junio y otro menor en octubre.

Duración, diseño experimental y tratamientos

El experimento tuvo una duración de 217 días, con una fase pre-experimental para adaptación a las dietas de 21 días. Los datos experimentales se tomaron a inicio del mes de noviembre. Se usaron 30 becerros hijos de vacas mestizas de Brahmán x Holstein x Simmental. El diseño experimental fue de bloques al azar con cinco becerros en cada uno de los tres tratamientos de dos bloques. (Cochran y Cox, 1973). El análisis estadístico se realizó con los paquetes AGSTATS (1987) y SAS (1985). Los tratamientos fueron:

F: Harina de frijol a voluntad
M: Harina de mazorca de maíz a voluntad
FM: Harina de frijol + harina de maíz a voluntad

Animales y manejo

Los becerros se fueron incorporando al experimento entre los 30 y 45 días de nacidos, donde se colocaron tres hembras y dos machos en cada tratamiento. El peso vivo de los becerros al inicio del experimento estuvo entre 29-34 kg. Diariamente las vacas entraron a un ordeño mecánico a las 7:00 AM, donde se les suministró 1,5 kg de concentrado, preparado con 47% de harina de maíz, 45% harina de frijol, 5% de urea, 1% de sal y 2% de una mezcla comercial de minerales. A partir de las 10:00 AM después de amamantar a sus becerros, fueron llevadas a pastorear en potreros que tenían principalmente pasto estrella (*Cynodon nlenfuensis*) y también *Axonopus sp.*, *Cynodon sp.*, *Desmodium sp.* y *Centrosema sp.* hasta las 6:00 AM del día siguiente.

Los becerros permanecieron durante 30 min con sus madres después del ordeño, luego fueron llevados a potreros de pasto estrella durante 6 h/d. A partir de las 4:00 PM fueron traídos del potrero y alojados en corrales individuales aledaños a la sala de ordeño, donde se les ofreció el suplemento. La oferta de los suplementos fue entre 110-125% del consumo diario de MS en todos los tratamiento; lo que significa que prácticamente los animales consumieron los suplementos a voluntad. Los suplementos fueron 100% harina de planta entera de frijol, 100% harina de mazorca entera de maíz y una mezcla de con 65% de harina de planta entera de frijol, 30% de harina de mazorca entera de maíz. A todas las harinas de suplemento se les adicionó 1% de sal y 3% de una mezcla comercial de minerales. Con el fin de mejorar la aceptabilidad y disminuir la característica polvorienta de las harinas, a todos los suplementos en el momento de ofrecérselos se les roció un poco de agua con aproximadamente 1% de melaza de caña.

Alimentos concentrados

Para preparar las harinas, se sembró y cosechó 6,0 ha de maíz (Himeca-92) y 3,0 ha de frijol variedad "Tuy". Para cosechar la mayor cantidad de hojas, las plantas enteras de fríjol se arrancaron a los 55 días, cuando aproximadamente el 60% de las vainas estaban secas. Inmediatamente fueron secadas en patios de concreto y luego se molieron en un molino de martillo con una malla de 0,4 cm hasta lograr la harina lista para usarse. Las mazorcas enteras del maíz (grano + tusa + brácteas) también se molieron siguiendo el mismo procedimiento para obtener la harina.

Mediciones

El consumo diario de los suplementos se determino como la diferencia de MS entre el ofrecido y el dejado. Diariamente, al salir los becerros al amamantamiento, se retiró el suplemento dejado y en la tarde al regresar de los potreros de pastoreo se les colocó el suplemento nuevo.

El cambio de peso vivo y el consumo de leche de los becerros se estimó haciendo dos pesajes semanales usando la técnica del doble pesaje, antes y después del amamantamiento, utilizándose una balanza electrónica. La producción individual de leche se midió dos veces por semana.

Para determinar la composición de la leche se tomó una muestra mensual del tanque de refrigeración después del ordeño. Los valores de época de sequía corresponden al período noviembre-marzo y el de lluvias, desde inicios de abril hasta junio cuando terminó el experimento.

Cada 15 días, se tomaron tres muestras del pasto en los potreros de los becerros, utilizándose un marco de 0,25 m^2 , cortándose el pasto a 5 cm del suelo. Inmediatamente, las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 65°C durante 48 horas. Luego se mezclaron y se tomó una submuestra, que representó la muestra compuesta del mes, para después molerla en un molino de laboratorio con malla de 1,0 mm y guardadas en bolsas de polietileno. De cada una de las raciones bajo estudio se tomó una muestra semanal para hacer una muestra compuesta mensual.

En cada tipo de suplemento y en el pasto se hizo el análisis proximal para: materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), celulosa, hemicelulosa, cenizas y extracto libre de nitrógeno(ELN) de acuerdo a la A.O.A.C (1984); fibra ácida detergente (FAD) y fibra neutra detergente (FND), según Van Soest y Wine (1967).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de los alimentos.

En la composición química de los alimentos utilizados, resalta el mayor contenido de lignina, fibra detergente neutra y fibra cruda en la harina de fríjol que en la harina de maíz, lo que haría al primer alimento más indigestible, especialmente en becerros con pocas semanas de vida, los cuales no tienen desarrollado el rumen (Cuadro 1). El mayor contenido de fibra en la harina de frijol se debió a su madurez, porque este se cosechó a 78% del su ciclo que dura entre 70-80 días desde la siembra hasta el secado de las vainas. Para esta edad, aproximadamente la mitad inferior del tallo esta lignificada.

Cuadro 1 Composición química de las harinas de frijol y maíz

	MS	PC	FC	EE	*ELN*	Ceniza	FDN	FDA	Celulosa	Lignina
	---------- % ----------									
H. Fríjol	91,7	22,3	46,9	0,52	21,9	12,2	79,1	40,4	26,6	11,1
H. Maíz	89,9	9,1	36,8	0,42	43,6	3,7	66,2	22,1	15,4	5,4
Frijol + Maíz	91,5	14,8†	43,6†	0,49	29,0†	9,4	74,8	35,0	23,0	10,3
Pasto	91,1	9,5	34,6	0,65	44,9	7,9	85,8	45,3	36,0	8,1

† Promedio ponderado de cada par de análisis químico de muestras de harina de fríjol y harina de maíz

El contenido de proteína de la harina de frijol fue el doble que el de la harina de maíz y 50% mayor que en la mezcla de ambas. El alto contenido de cenizas en la harina de frijol se debió a la tierra adherida a la raíz cuando fueron arrancadas las plantas. El descenso en el contenido de proteína del pasto durante la época seca hasta el mes de marzo (Cuadro 2) justificaría la necesidad de la suplementación proteica para los becerros. La disminución en el contenido de proteína de gramíneas tropicales durante la época seca es generalizado y reportado (Fernández *et al.*, 1991; Tejos *et al.*, 1997).

Cuadro 2 Cambios en la oferta de pasto (kg MS/ha) proteína cruda del pasto y de la leche (%)

Mes	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Oferta de pasto	3.256	3.632	3.478	2.958	1.612	1.871	2.141
Proteína cruda	9,47	9,28	9,08	8,87	7,51	11,59	10,50

	Leche vendible	
Época	PC	Sólidos totales	Grasa
Sequía	3,7	11,8	3,6
Lluvias	3,3	10,9	3,0

La proteína de la leche fue similar tanto en la época seca como a inicio de las lluvias, pero tuvo una tendencia a ser mas alta durante la época seca, igualmente sucedió con los sólidos totales y la grasa (Cuadro 2). Los valores de época de lluvias corresponden al periodo desde mediados de abril hasta mediados de junio cuando terminó el experimento.

La biomasa del pasto disminuyó desde diciembre hasta abril (Cuadro 2) encontrándose valores que disminuyen el consumo tanto por la poca cantidad de pasto como por el bajo contenido de proteína necesario para la adecuada digestión de las dietas. Esto destaca la importancia del consumo de leche y el uso de suplementos de buena calidad para suplir los requerimientos de los becerros.

La producción de leche (Figura 1) disminuyó durante la época seca hasta la semana veinte cuando se incrementó debido al consumo de los rebrotes de pasto, producidos al iniciarse las lluvias (abril). Sin embargo, siete semanas más tarde, nuevamente se observó un descenso, el cual pudo ser causado por la longitud de la lactancia, puesto que había vacas de doble-propósito con 270 días en lactancia y el rango de las lactancias de estas vacas está entre 240 y 300 días.

En los tratamientos donde se suplementó a los becerros con harina de maíz (Cuadro 3), la producción de leche vendible fue menor (P<0,01). Para verificar si existía relación funcional entre la producción de leche y consumo de leche, se hizo el análisis de regresión, lo que permitiría verificar el posible efecto causado por el consumo y la producción de leche, pero el coeficiente de correlación entre ambos parámetros fue bajo (Cuadro 3). La causa de esta diferencia en producción de leche vendible no está clara, puesto que las vacas fueron alimentadas y manejadas de igual forma.

Cuadro 3. Producción promedio de leche

	Tratamiento			DE	Sign.
	Frijol	Maíz	Frijol + Maíz		
	---------- kg/d ----------				
Vendible	4,1a†	2,8b	4,2a	0,211	**
Producción Total	6,7a	5,2b	6,3a	0,273	*

† Medias con letras iguales en la misma columna indican diferencias no significativas (* P<0,05: ** P<0,01)

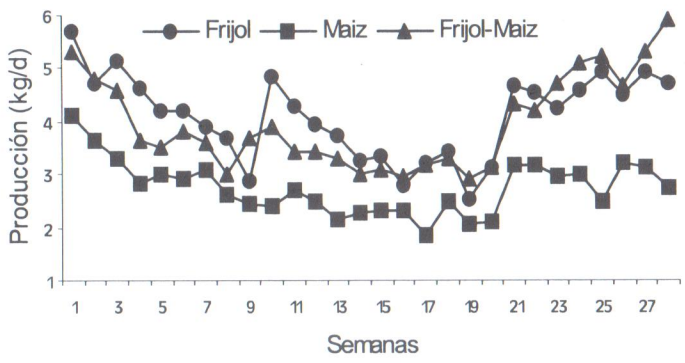

Figura 1. Producción de leche vendible en el tiempo

Consumo de suplementos

La oferta del suplemento fibroso-proteico (frijol) y almidonoso (maíz), así como la mezcla de ambos, a temprana edad además de aumentar la suplencia de nutrientes a los becerros, debió inducir al desarrollo ruminal y al establecimiento de su microflora, lo que consecuentemente permitiría la digestión de los alimentos fibrosos (suplementos y pasto), así como también la síntesis de vitamina B y de proteína a partir de compuestos nitrogenados. Sin embargo, el consumo de los suplementos fue muy bajo (Cuadro 4). El consumo de maíz fue mayor que el de frijol y además de esto, el alto contenido de cenizas en la harina de fríjol haría menor el consumo de materia orgánica con respecto a los otros alimentos.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación (r) para producción de leche y consumo de leche y suplementos y consumo de suplementos y consumo de leche

	Tratamiento			
	F†	M	F+M	Sign.
Prod. Leche – Cons. leche	0,2233	0,1505	-0,3916	NS
Prod. Leche - Cons. Supl.	-0,6059	-0,4900	-0,4465	NS
Cons. Supl. – Cons. Leche	-0,4223	-0,5339	-0,4254	*

† F: Frijol, M: Maíz, F+M: Maiz + frijol. * Significativo a P<0,05, NS: no significativo.

El análisis estadístico mostró un menor consumo de MS cuando se ofreció solamente harina de fríjol, encontrándose dos grupos homogéneos con diferencia significativa (P<0,01) entre el tratamiento donde se ofreció fríjol solo y los otros dos tratamientos (Cuadro 4). El contenido de lignina en la harina de frijol pudo afectar el consumo de MS debido a que la indigestibilidad afecta negativamente el consumo o por efecto de los agentes antrinutricionales que contienen las leguminosas. El consumo promedio de los suplementos (MS) durante las 28 semanas del experimento en todos los tratamientos estuvo alrededor de 0,5 kg/d (Cuadro 4) lo cual representó el 19,8% del consumo total de MS (2,1-3,0 kg MS/d) para becerros alrededor de los 100 kg de peso vivo, establecidos (NRC, 1989; ARC, 1984). Para las ganancias de peso dadas en este ensayo los becerros a los 150 días estuvieron alrededor de los 100 kg de peso vivo.

La correlación entre consumo de suplementos y consumo de leche fue muy baja (Cuadro 5), pero se puede notar que todos los coeficientes son consistentemente negativos. Esto sugiere que los becerros ajustan la ingesta de alimentos para tratar de cubrir sus requerimientos nutricionales. En este experimento, incrementaron el consumo de los suplementos en la medida que fue bajando el consumo de leche. La baja correlación puede explicarse, considerando que el rango de consumo de leche en cada amamantamiento es estrecho, situándose entre 2,5 y 3,6 kg y con independencia del nivel de producción de leche de su madre. Por ejemplo, Ugarte y Preston (1973) reportaron un consumo de 2,56 kg/amamantamiento en becerros cuyas madres producían hasta 16,1 L leche/d. Solo cuando los becerros se amamantan durante mayor tiempo o mayor número de veces se consiguen consumos mayores. Pareciera que debido al estrecho rango del consumo en esta modalidad de amamantamiento restringido es difícil detectar su correlación con el consumo de otros alimentos.

Cuadro 5. Consumo promedio de leche, suplementos y ganancia diaria de peso (GDP) de los becerros

	Tratamiento				
	F†	M	F + M	DE	Sign.
Consumo de leche, L/d	2,5	2,4	2,4	0,148	NS
Consumo de suplemento, kg MS/d	0,35c	0,76a	0,52b	0,047	**
GDP, kg/d	0,41	0,48	0,37	0,054	NS

† F: Frijol, M: Maíz, F+M: Maiz + frijol. ** Significativo a P<0,01, NS: no significativo.

El consumo de suplementos durante la época seca fue aumentando hasta la semana veinte cuando alcanzó el máximo (P<0,01) (Figura 2), lo cual fue exactamente lo contrario a la producción de leche y al de pastos. Alrededor de la semana citada se iniciaron las lluvias y los becerros disminuyeron el consumo de suplementos, lo que sugiere que los becerros incrementaron el consumo de pasto a expensas del consumo de los suplementos para satisfacer sus requerimientos. No se encontraron otros trabajos con suplementación de harina de planta entera de frijol. El consumo promedio en los tratamientos con frijol fue similar al obtenido por Gaya *et al.* (1978) quienes reportaron consumos diarios de 0,38 kg/d de alimentos, de los cuales la melaza-urea fue 0,23 kg/d y harina de maíz-pescado de 0,15 kg/d hasta los 90 d de edad. Así mismo, fueron similares a los que obtuvo Tesorero (1999) con promedio de 0,38 kg/d hasta los 120 d de edad; pero todos los consumos de suplemento aquí encontrados fueron inferiores a los reportados por Alfani *et al.* (1996), quienes consiguieron consumos de concentrado entre 1,0 y 3,0 kg/becerro/d.

Consumo de leche

No hubo diferencias significativas entre tratamientos (P>0,05) en cuanto al consumo de leche (Cuadro 4). Debido a que el método de amamantamiento estuvo restringido al residual después del ordeño, (Ugarte y Preston, 1972, Combellas, 1998) el consumo de leche tuvo poca variación. Por la misma razón, tampoco hubo correlación entre producción de leche y consumo de leche. El rango de consumo estuvo entre 0,8 y 3,6 L/d y estos promedios obtenidos en este ensayo estuvieron dentro de los valores reportados por Ugarte y Preston (1972), Gaya *et al.* (1978), Álvarez (1982) y Suárez y Benezra (1995) donde becerros que pastorearon durante parte del día tuvieron consumos de leche entre 2,0 y 3,6 kg/d en un solo amamantamiento.

En los métodos de amamantamiento restringido donde se deja un cuarto de la ubre para el consumo del becerro se dan dos amamantamientos al día o se alarga el tiempo de amamantamiento podría existir correlación entre producción de leche y consumo de leche. Sin embargo, los trabajos de Ugarte y Preston (1973) y la Tesorero (1999) encuentran un consumo de 2,5 kg/d en becerros hijos de vacas que produjeron 11,4 L/d en total, sugiere que el consumo de leche tiene un rango definido para el amamantamiento restringido.

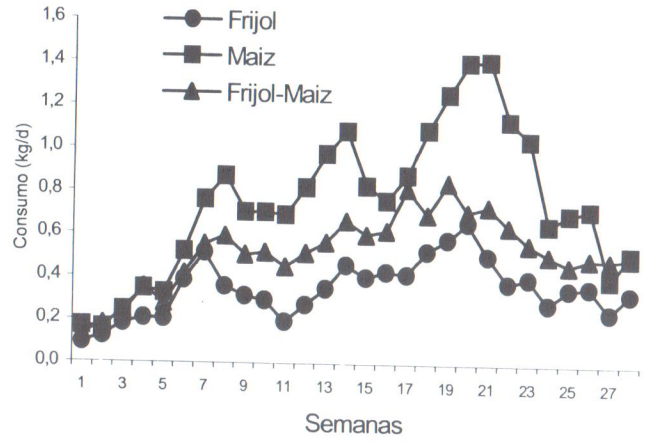

Figura 2. Consumo de suplementos en el tiempo

El consumo de leche fue consistentemente decreciente en el tiempo (P<0,01) (Figura 3) aun después de la semana veinte cuando comenzaron las lluvias y se había incrementado la producción de leche (Figura 1). Por lo tanto, la producción de leche difícilmente pudo tener efecto sobre su consumo, especialmente al final del experimento.

Consumo de energía

La oferta semanal de los suplementos se hizo sobre la base del requerimiento de energía metabolizable (MJ EM/d) de los becerros y al contenido de EM en las harinas de fríjol, maíz y la mezcla de ambas. Los requerimientos totales de EM (mantenimiento EMm y ganancia EMg) se estimaron basándose en el peso vivo (PV) y la ganancia (GDP) semanal, mediante las siguientes ecuaciones (MAFF, 1984): EMm (MJ/d) = 8,3 + 0,091 x PV (kg) + EMg (MJ/d) = GDP(6,28 + 0,018 PV) / (1- 0,3 GDP).

El contenido de EM (MJ) de las harinas fue calculado en base a la composición química de los suplementos y del pasto, utilizándose la siguiente ecuación (McDonald *et al.* 1988): EM_{sup} (MJ /kg MS) = 11,78 + 0,00654 PC + 0,000665 $(EE)^2$ - (0,00414 EE x FC) – 0,0118 Ceniza, donde:

PC: Proteína cruda, EE: Extracto etéreo y FC: Fibra cruda. Esta ecuación fue la que produjo valores de EM más cercanos a los reportados en tablas (MAFF, 1984) para el maíz y el pasto, mientras que otras ecuaciones probadas según MAFF (1984) sobreestimaron los valores.

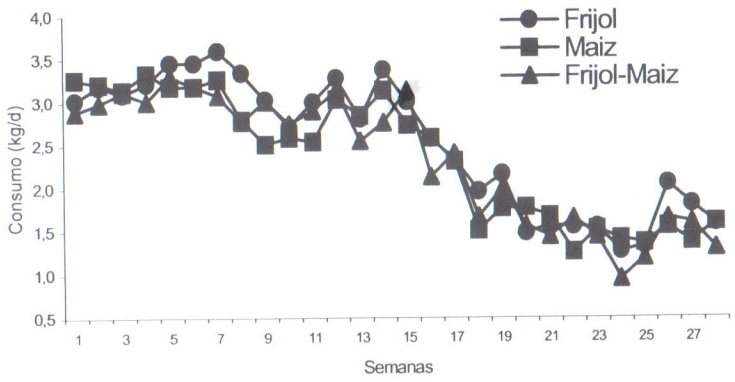

Figura 3. Consumo de leche en el tiempo

El promedio general total de consumo de EM mediante los suplementos fue 24,4% de los requerimientos totales estimados, del cual, el consumo en los tratamientos con frijol (14,9%) fue mucho menor a los otros tratamientos (31,8% maíz y 26,5% mezcla). La diferencia entre los consumos de EM mediante los suplementos (Cuadro 6) puede ser explicada en base a la composición química, en la cual se observó que el contenido de lignina en la harina de fríjol fue mas del doble que en la harina de maíz, lo que habría incidido negativamente sobre la digestión y el consumo del frijol. Similarmente, Jahn y Chandler (1976) encontraron que el incremento en el contenido de fibra ácida detergente disminuyó la ganancia de peso en becerros debido a que el contenido de fibra está inversamente correlacionado con el contenido de energía metabolizable en el alimento. La leche contribuyó con 29,2; 24,9 y 28,2% de los requerimientos totales de EM en los tratamientos con frijol, maíz y la mezcla respectivamente, con un promedio general de 27,4%.

El aporte promedio total de EM mediante la dieta (leche mas suplementos) fue 51,4% de los requerimientos totales. Esto sugiere que el resto de la EM necesaria para completar los requerimientos para

mantenimiento y para la ganancia de peso tuvo que ser ingerida mediante el pasto, lo que parece poco probable. La explicación puede ser que debido a que el consumo de energía mediante la leche fue estimado considerando los valores de grasa (3,6 y 3,0%) encontrados en la leche ordeñada, pero hay evidencias de que la leche que consume el becerro tiene un mayor contenido de grasa. Mejia *et al.* (1998) encontraron que la grasa en la leche se incrementó desde 3,56% en la ordeñada hasta 4,97% en la consumida por el becerro; similarmente, Tesorero (1999) reporta un incremento desde 2,4 hasta 7,4%. Esto implica que la cantidad de energía que los becerros consumieron en esta modalidad de amamantamiento pudo ser hasta el doble que la calculada, porque se utilizó el porcentaje de grasa en la leche vendible para estimar el consumo de EM..

Consumo de proteína

El consumo de proteína mediante los suplementos fue prácticamente igual en todos los tratamientos debido a que en los tratamientos con fríjol que fue el alimento con mayor contenido de proteína el consumo de MS fue menor (Cuadro 4). Se utilizaron los requerimientos de proteína cruda total según las recomendaciones del NRC (1989) que indican 0,361 kg/d para becerros de 100 kg de peso vivo ganando 0,5 kg/d.

El consumo de proteína cruda total/día mediante los suplementos y la leche no cubrieron los requerimientos de los becerros. En el mayor de los casos alcanzó al 55,2% y mas deficiente sería tomando en cuenta, que la composición de la leche ordeñada es diferente a la consumida por el becerro. Mejia *et al.* (1998) reportaron que la proteína tiende a disminuir en la leche residual 3,46 y 3,33, respectivamente. Por lo tanto, el pasto debió suministrar la diferencia para cubrir los requerimientos tanto en energía como en proteína para lograr las ganancias de peso alcanzadas en este experimento. Pero como se pudo observar en el Cuadro 1 el contenido de proteína en el pasto fue decreciendo y adicionalmente a esto el consumo de leche también fue decreciendo, por lo que al final del mes de marzo el consumo total estimado de proteína estuvo en promedio alrededor de los 0,17 kg animal/d. Por esto, sería necesario suplementarlos con una fuente de proteína verdadera como la harina de pescado o subproductos ricos en proteína (Gaya *et al.* 1978).

Los suplementos contribuyeron en promedio con 23,3 17,6 y 24,1% mientras que la leche contribuyó en promedio con 28,2 y 25,5 y 27,4% de los requerimientos totales de PC en los tratamientos con frijol, maíz y la mezcla respectivamente.

Ganancia de peso diario

Como se muestra en el Cuadro 4, el cambio de peso en los diferentes tratamientos no presentó diferencias significativas (P>0,05) con un rango entre 0,33 y 0,50 kg/animal/d. Estas ganancias de peso son similares a las reportadas por Alfani (1996), Gaya *et al.* (1978), Tesorero (1999), Paredes *et al.* (1980) y Paredes *et al.* (2002) para sistemas de crianza del becerro basados en el amamantamiento restringido con pastoreo y suplementación. La GDP en el tratamiento con maíz tuvo tendencia a ser mayor. Los alimentos aquí estudiados en general produjeron ganancias de peso similares a las conseguidas con otros suplementos.

Comparando las ganancias de peso con la ingestión tanto de EM como de PC se puede apreciar que la mayor restricción para incrementar las ganancias de peso parece ser debida a la poca ingestión de proteína, especialmente durante la época seca cuando en el pasto disminuyó su contenido proteico. La correlación entre cambio de peso vivo y consumo de leche a través del tiempo (28 semanas) fue negativa (-0,76), lo que sugiere que si los becerros fueron incrementando el peso vivo mientras que el consumo de leche fue decreciendo, el aporte de nutrientes tuvo que incrementarse mediante el pasto. Tampoco fue significativa la correlación entre ganancia de peso diario individual y consumo de leche individual (r = 0,685). Las ganancias diarias de peso, en promedio, fueron disminuyendo a través del tiempo. Hasta los 60 d fueron de 0,47 kg/d; entre los 60 y 115 d fue de 0,40 kg/d y desde esta última edad hasta los 175 d fue de 0,30 kg/d. A partir de los 175 d (periodo de lluvias) y hasta el final del experimento se incrementaron.

El análisis de GDP por sexo mostró que las ganancias de peso de los machos (0,420 kg/d) fueron ligeramente superiores a las de las hembras (0,409 kg/ d) (P>0,05).

CONCLUSIONES

Debido a que en la medida que el peso vivo se incrementa, el aporte de la leche para suplir los requerimientos tanto de EM como de proteína disminuye, debido a que su consumo permanece prácticamente constante mientras que los requerimientos aumentan. Para compensar la disminución relativa en la ingestión de nutrientes, el consumo voluntario de los suplementos se incrementó; sin embargo, las ganancias diarias de peso fueron disminuyendo en el tiempo. El rango en el consumo de los suplementos indica que efectivamente los becerros tienen la capacidad de ajustar el

consumo, cuando encuentran restricciones en los componentes de la dieta (leche, suplementos concentrados, pasto fresco) debidos a cantidad ofrecida, calidad y palatabilidad. En este experimento el consumo puede estar correlacionado con la calidad de los suplementos ofrecidos.

La harina de planta entera frijol tuvo la menor contribución para cubrir los requerimientos totales de EM, pero fue mayor que el maíz y la mezcla en el aporte de proteína cruda. La diferencia entre los requerimientos de EM y PC debió ser cubierta por el pasto, pero en el presente experimento no se hicieron estas mediciones

Siendo la proteína el nutriente mas limitante, una forma práctica de suplir los nutrientes requeridos por los becerros, sería suplementándolos con una fuente de proteína verdadera como la harina de pescado o subproductos ricos en proteína.

LITERATURA CITADA

AGSTATS. 1987. Agriculture Statistics Analisis. Clewer A. (Ed.) Wye College. London University. Wye, Kent. UK.

Alfani A., M. Ventura, D. Esparza, D. Dean y A. Villar. 1996. Evaluación de diferentes sistemas de alimentación en becerros mestizos lecheros. Rev. Fac. Agron. LUZ, 13: 115-134

Álvarez F y G. Saucedo. 1982. Sistemas de doble-propósito para los trópicos húmedos. *En* Pearson de Vaccaro L. (Ed) Sistemas de Producción con Bovinos en el Trópico Americano. Fac. Agronomía, UCV. Maracay, Venezuela. pp 113-136

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 5ta ed. Association of Official Analitycal Chemists . Washington, D.C.

ARC. 1984. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. CAB. Farham Royal, Sowgh, England.

Capriles M. 1982. Sistemas de producción de leche para los llanos occidentales venezolanos. Informe anual IPA. Facultad de Agronomía, Univ. Central Ven. Maracay, Venezuela.

Castejon M. 1996. Formación de sistemas agropastoriles. *En* Tejos R., C. Zambrano, M. Camargo y L. Mancilla (Eds.) II Seminario sobre Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. Barinas. pp 49-56.

Cochran W. G. y G. M. Cox. 1965. Diseños Experimentales. Editorial Trillas, México..

Combellas J. 1998. Alimentación de la vaca de doble propósito y sus crías. Fundación INLACA. Maracay, Venezuela.

Fernández R. J., M. de Chávez, D. R. Virgüez y M. Garcia de Hernández. 1991. Efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en la unidad agroecologica 3E144 del Valle de Aroa. Zootecnia Trop., 9(2) 165-179.

Gaya H., B. Hulman y T. R. Preston. 1978. Efecto de dos métodos de amamantamiento restringido sobre comportamiento de las vacas y tasa de crecimiento de becerros. Prod. Anim. Trop., 3(2):120-126.

Jahn E. y P. T. Chandler. 1976. Performance and nutrient requirements of calves fed varying percentages of protein and fiber. J. Anim. Sci., 42(3): 724-735.

MAFF. 1984. Energy allowances and feeding systems for ruminants. Reference Book 433. HMSO. London, U.K.

McDonald P., R. A. Edwards, J.F. Greenhalgh y C.A. Morgan. 1988. Animal Nutrition. 4ta ed. Longman Scientific, Harlow, Essex, England.

Mejia C. E., T. R. Preston y P. Fajersson. 1998. Effects of restricted suckling versus artificial rearing on milk production, reproduction and growth of Mpwapwa cattle in Tanzania. Livestock Res. Rural Dev., 10 (1): http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/1/trac101.htm.

NRC. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6ta ed. National Academic Press, Washington, DC.

Paredes L., M. Capriles, R. Parra y N. Márquez. 1980. Comportamiento de becerros criados en amamantamiento restringido con vacas de alto

potencial genético. Informe anual IPA. Fac. Agronomía. Univ. Central Ven. Maracay, Venezuela.

Paredes L., V. Hidalgo, M. Capriles y T. Vargas. 2002. Variabilidad en la crianza de becerros en la ganadería de doble propósito en Sabaneta de Barinas, estado Barinas. Zootecnia Trop., 20(1): 69-82.

SAS. 1985. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc. Cary, USA.

Stelwagen K. y D. G. Grieve. 1990. Effect of plane of nutrition on growth and mammary gland development in Holstein heifers. J. Dairy Sci., 73: 2333-2341.

Suárez R. y M. Benezra. 1994. Uso de los sustitutos lácteos y el amamantamiento restringido en la cría de becerros doble-propósito. VII Congreso Venezolano de Zootecnia. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. San Juan de los Morros, Guárico, Venezuela. pp I001.

Suárez R. y M. Benezra. 1995. Evaluación de tres modalidades de cría de becerros doble-propósito. XIV Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Rev. Arg. Prod. Anim., 15(2): 419-420.

Tejos R., C. Rodríguez, N. Pérez y L. Rivero, L. 1997. Rendimiento y composición química de nuevas gramíneas en el llano bajo venezolano. Rev. Unellez Ciencia y Tecnología, 15(1): 36-56.

Tesorero M. 1999. Influencia del apoyo del becerro sobre la respuesta productiva de la vaca y el becerro doble propósito. Tesis de grado Fac. Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela.

Ugarte J. y T. R. Preston. 1972. Amamantamiento restringido. I. Efecto del amamantamiento una o dos veces al día sobre la producción de leche y el desarrollo del ternero. Rev. Cubana Cien. Agr., 6(2): 185-194.

Ugarte J. y T. R. Preston. 1973. Amamantamiento restringido. III. Efecto de disminuir a una vez diaria el amamantamiento, después de la cuarta semana, sobre la producción de leche y el desarrollo del ternero. Rev. Cubana Cien. Agr., 7(2): 151-158.

Van Soest P. J. y R. H. Wine. 1967. Use of detergents in the análisis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall. J. Assoc. Official Anal. Chem., 50. 50-55.

Zootecnia Trop., 24(3): 379-391. 2006

Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre el comportamiento reproductivo en rebaños lecheros de la zona alta del estado Mérida

José Rivas[1*]. Pedro Bastidas[2], Thais Díaz[2], Martín Hahn[1] y Alexis Moya[3]

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la administración del *Saccharomyces cerevisiae* (SC), al inicio de la lactancia sobre el comportamiento reproductivo de vacas Holstein (H) y Carora (C) en la zona alta del estado Mérida, Venezuela. Cuarenta y un vacas H y 15 vacas C se dividieron en dos tratamientos: 1) grupo experimental (GE) 10 g/día de SC y 2) grupo control (GC) que no recibió SC, durante 105 días postparto (DPP). La alimentación basal era el pastoreo, más concentrado al momento del ordeño. Se evaluó el intervalo parto-primer cuerpo lúteo (IP1CL), intervalo parto-primer estro (IP1E) e intervalo parto-concepción (IPC). Los datos fueron analizados a través del análisis de varianza con la prueba de Tukey para la comparación de medias. No hubo diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre tratamientos en las variables reproductivas en las vacas C. Sin embargo, en las vacas H del GE, el IP1CL fue menor ($P<0,05$) que en el GC (28,2 *vs.* 33,7 días). No obstante, el 100% de las vacas H y C del GE tuvieron su primer cuerpo lúteo antes de los 70 DPP. Igualmente, el 59,1% y el 75% de las vacas H y C tratadas expresaron su primer estro postparto antes de los 70 DPP. Los resultados indican que el uso estratégico del SC al inicio de la lactancia mejora el comportamiento reproductivo, posiblemente por la acción del SC en el rumen, incrementando la tasa de degradación de la fibra y la proporción de propionato.

[1] Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela. *Correo electrónico: rivasjoseh@hotmail.com

[2] Instituto de Reproducción Animal e Inseminación Artificial Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Aragua 2101.

[3] MoyaMix C.A.

Recibido y aceptado dentro del contexto del XIII congreso de Producción e Industria Animal 2006.

Palabras clave: vacas lecheras postparto, levaduras, comportamiento reproductivo, cuerpo lúteo.

Effect of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on reproductive performance on dairy herds in the mountain area of Mérida state

SUMMARY

The aim of this study was to determine the strategic use of *Saccharomyces cerevisiae* (SC) from onset of lactation until 105 days postpartum and its effect on reproductive performance, on Holstein (H) and Carora (C) cows located in the mountain area of Merida state, Venezuela. Forty one H and 15 C cows were assigned to two treatments 1) experimental group (EG) fed with 10 g/day of SC, and 2) Control group (CG) that did not receive SC. C cows grazed pastures of *Panicum maximum* while H cows had access to pastures of *Pennisetum clandestinum*. All of the cows were fed at milking with a concentrate mixture (20% CP and 58% NDT) at a ratio of 1 kg:3 kg of milk. Reproductive traits such as interval calving-first corpus luteum (IP1CL), interval calving to first estrus (IP1E) and interval calving to conception (IPC) were evaluated. Data were analyzed by ANOVA and mean comparisons tested for significance using Tukey´s procedures. There were not statistical differences (P>0.05) among the reproductive variables between treatments and for the C cows. However, H cows of EG had shorter IP1CL compared to CG cows (28.2 vs 33.7 d). Moreover, 100% of the cows of the EG had their first CL prior to 70 days post calving. Similarly, 59.1% and 75% of the treated H and C cows, respectively, did show behavioral estrus before 70 days after parturition. Results from this study indicated that the strategic use of SC during the first 105 days post calving improved reproductive performance in dairy cows, perhaps by stimulating the action of SC in the rumen and the availability of nutrients in the mammary gland.

Key words: dairy cows, yeast culture, performance reproductive, corpus luteum.

INTRODUCCIÓN

La zona alta del estado Mérida presenta el sistema de producción de leche intensivo denominado "ganadería de altura", constituido por la explotación de rebaños de vacas de alta producción de leche. Este sistema se

caracteriza por programas de alimentación con un uso intensivo de los forrajes a pastoreo y altas cantidades de alimento concentrado, sin considerar el balance de la dieta. Esto trae como consecuencia pérdida de peso, condición corporal, bajo rendimiento en producción de leche al inicio de la lactancia y un deficiente comportamiento reproductivo postparto.

Los probióticos son aditivos no nutritivos, los cuales contienen diferentes preparaciones de levaduras (muertas, de panificación y los cultivos de levaduras) con efectos diversos sobre la estimulación de la flora ruminal., aportando enzimas, vitaminas y aminoácidos, los cuales tiene un efecto positivo sobre la respuesta productiva de los rumiantes (Dawson, 1993). Los beneficios pueden surgir de los metabolitos *per se* o por su interacción con otros microorganismos ruminales, mejorando el aprovechamiento de las fuentes nitrogenadas, tales como amonio y proteínas por parte de los microorganismos ruminales (Wholt *et al.*, 1998). Dawson y Girard (1997) y Wholt *et al.* (1998) han demostrado resultados positivos con el uso de 10 g/vaca/día de *Saccharomyces cerevisiae*, dosis que garantiza un mínimo de 10^8 unidades formadoras de colonias (UFC/g); capaz de mantener de 5 a 10 x10^8 UFC en el rumen con 50 L de fluido, lo que representa por lo menos 4 x 10^8 UFC/ml de fluido ruminal.

Los cultivos de levaduras, específicamente, el *S. cerevisiae* (SC), actúan estimulando el crecimiento bacteriano, principalmente de las bacterias celulolíticas y las que utilizan el ácido láctico como substrato, mejorando las condiciones del ecosistema ruminal con beneficios sobre la nutrición animal, favoreciendo una pronta recuperación del balance energético negativo propio del inicio de la lactancia (Wallace y Newbold, 1993).

El efecto del balance negativo de energía, propio de las primeras semanas postparto, afecta la secreción de LH y disminuye la respuesta del ovario al efecto de LH, pudiendo ocurrir fallas en el desarrollo y la ovulación del primer folículo dominante y por ende la formación de tejido luteinizado (Hanzen, 1986; Schillo, 1992; Butler, 2000). Este tejido luteal es el responsable del incremento en los niveles de P_4 en plasma, que indican el reinicio de la actividad ovárica postparto (Ramírez, 1995). Mejoras en el estado nutricional que repercutan sobre el balance energético conllevan a mayor eficiencia en la producción de carne y leche (Wallace y Newbold, 1993).

El objetivo general de la presente investigación fue determinar el efecto del uso estratégico del SC, al inicio de la lactancia, sobre el comportamiento reproductivo en vacas de alta producción de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 56 vacas lecheras de las razas H y C, ubicadas en dos rebaños. El Cuadro 1 presenta la descripción agroclimática de las unidades de producción. Los animales se distribuyeron al azar en dos grupos de tratamientos (Cuadro 2) para cada rebaño: 1) grupo experimental (GE), que recibieron 10g/día de SC, y 2) grupo control (GC).

Cuadro 1. Descripción agroclimática de las unidades de producción

Fundo	1	2
Grupo Racial	Carora	Holstein
Clima	Bosque seco premontano	Bosque muy húmedo montano
Altitud (msnm)	1.050	2.800
Temperatura (°C)	24	15

Cuadro 2. Distribución de las vacas por tratamiento en cada rebaño

Tratamiento	Rebaño		Total
	Carora	Holstein	
	n		
GE	8	22	30
GC	7	19	26
Total	15	41	56

La dieta estuvo basada en el pastoreo de *Pennisetum clandestinum* y *Panicum maximum* en las vacas H y C respectivamente. Al momento del ordeño se suministró una ración de alimento concentrado en una relación de 1 kg de concentrado por cada 3 kg de leche producida, así como, una mezcla mineral completa, a razón de 100 g/d por animal.

La composición nutricional se determinó mediante el método de análisis proximal de Weende (Maynard *et al.*, 1979) y para la obtención de fibra detergente neutra y ácida en el pasto, se utilizó el método de Van Soest (Maynard *et al.*, 1979). En el cálculo de nutrientes digestibles totales (NDT) de los pastos, se utilizaron los valores de digestibilidad reportados por Bernal (1994). La metodología empleada en el cálculo del NDT, energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) y energía neta de lactancia (ENL) se basó en la reportada por la NRC (1989). El Cuadro 3 resume la composición nutricional del pasto y alimento concentrado consumido por los animales.

Cuadro 3. Análisis proximal de la dieta

Fundo	Muestra	MS†	PC	EE	FC	CEN	Ca	FDN	FDA
		%							
1	Pasto	25,0	8,30	1,49	34,28	14,77	0,54	66,16	41,95
	Concentrado	87,8	19,98	1,01	5,87	8,14	1,21		
2	Pasto	21,0	12,49	1,18	27,64	15,81	0,38	64,69	34,16
	Concentrado	88,37	21,44	0,67	6,65	8,92	1,26		

† MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; FC: fibra cruda; CEN: cenizas; Ca: calcio; FDN: Fibra detergente neutra y FDA: Fibra detergente ácida.

Se estudiaron las variables: Intervalo parto-primer cuerpo lúteo (IP1CL), intervalo parto-primer estro (IP1E) e intervalo parto-concepción (IPC). Posterior al parto y semanalmente las vacas se palparon hasta la determinación del primer cuerpo lúteo.

En cada rebaño se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado, los datos fueron analizados a través del análisis de variancia de Mínimos Cuadrados, considerando como efectos principales el tratamiento y número de partos (NP). Se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de las medias. El modelo lineal utilizado en el análisis de los datos fue el siguiente: $Yij = \mu + T_i + NP_j + E_{ij}$, donde: Y_{ij}: la n-ésima vaca en el i-ésimo tratamiento en el j-ésimo número de partos; μ: media general; T_i: i-ésimo tratamiento; NP_j: j-ésimo número de partos; y E_{ij}: error experimental de la n-ésima vaca en el i-ésimo tratamiento en el j-ésimo número de partos. La interacción T por NP no se incluyo en el modelo final por determinarse en análisis previos no significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El IP1CL fue afectado por la inclusión del SC, siendo de menor duración en el GE de las vacas H (28,2 ± 1,7 días; $P<0,05$), las cuales presentaron su primer cuerpo lúteo 5 días antes que el GC (33,7 ± 3,4 días) (Figura 1). Igualmente, el 100% de las vacas del GE presentó su primer cuerpo lúteo antes de los 70 DPP vs. 94,8% de las vacas del GC.

Por otra parte, la incorporación de SC no afectó el IP1CL en las vacas C, siendo su duración de 37,2 ± 9,1 días en el GC y de 37,9 ± 5,8 días en el GE. A pesar de no haber diferencias estadísticas, el 100% de las vacas

del GE presentó su primer cuerpo lúteo antes de los 70 DPP *vs.* 85,7% del GC.

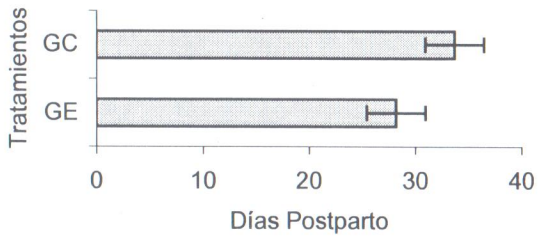

Figura 1. Efecto del *Saccharomyces cerevisae*, sobre la duración del intervalo parto-primer cuerpo lúteo en vacas Holstein.

El NP afectó la duración del IP1CL (Figura 2), siendo menor en las vacas H de primer parto (28,8± 3,3 días; P<0,01) y de 3 ó más partos (28,2 ± 1,7 días; P<0,01), las cuales presentaron su primer cuerpo lúteo 10 días antes que las vacas H de 2 partos (39,5 ± 5,8 días). Igualmente, en las vacas C el NP afectó la duración del IP1CL (Figura 3), siendo menor en las vacas de 2 partos (16 días; P<0,01) y de primer parto (27,8 ± 8 días; P<0,01); las cuales presentaron su primer cuerpo lúteo 25 y 14 días antes, respectivamente, que las vacas de 3 ó más partos (41 ± 5,8 días).

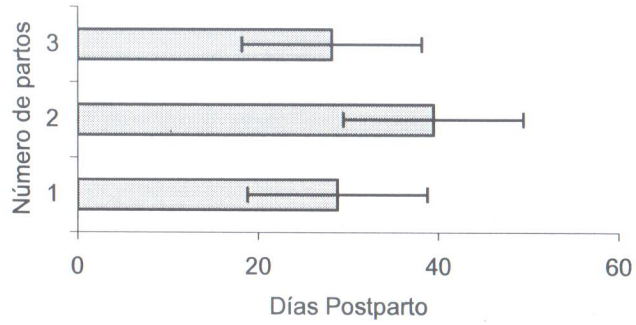

Figura 2. Efecto del número de partos, sobre la duración del intervalo parto-primer cuerpo lúteo en vacas Holstein.

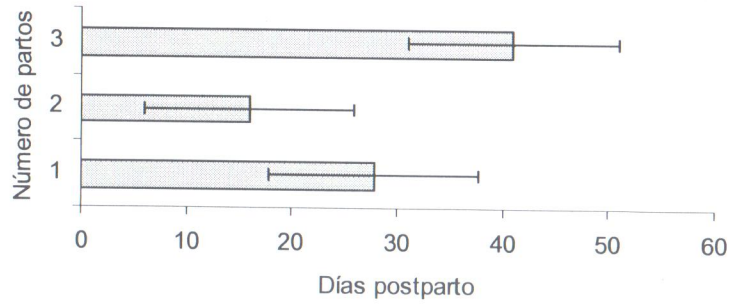

Figura 3. Efecto del número de partos, sobre la duración del intervalo parto-primer cuerpo lúteo en vacas Carora.

El IP1CL es un factor indicativo de la reanudación de la actividad ovárica. Según lo señalado por Hanzen (1986), Schillo (1992) y Butler (2000), el efecto del balance negativo de energía propio de las primeras semanas postparto, afecta la secreción de LH y disminuye la respuesta del ovario a la estimulación por LH. Esto puede causar fallas en la ovulación del primer folículo dominante y por ende la formación de tejido luteinizado, responsable del incremento de los niveles de P_4 en plasma, indicador del reinicio de la actividad ovárica postparto (Ramírez, 1995).

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Párraga (1988) en vacas Holstein adultas estabuladas en ambiente bosque seco tropical y son inferiores a los reportados por Bastidas (1982) en animales *Bos indicus*, a pastoreo sin suplementación, ubicados en la misma zona de vida y a los señalados por Hidalgo (1993) en vacas mestizas Holstein y Pardo Suizo a pastoreo y suplementadas con bloques multinutricionales y concentrado y localizadas en el ambiente de bosque seco tropical.

Los valores obtenidos para el IP1CL en las vacas H permiten inferir que el uso estratégico del SC durante un período crítico como es el inicio de la lactancia favoreció el reinicio de la actividad ovárica postparto en las vacas suplementadas con el SC. En el caso de las vacas C, la adición del SC no redujo el IP1CL. Sin embargo, se pueden reportar los beneficios de su

administración al observar que el 100% de las vacas C del GE presentaron su primer cuerpo lúteo antes de los 70 DPP. Esta respuesta pudiese ser explicada por el efecto positivo que ejerce el SC sobre el rumen, mejorando: i) tasa de digestibilidad de los componentes de la dieta, ii) porcentaje de degradabilidad del forraje, iii) cambios en el patrón de fermentación ruminal, iv) modificación del pH ruminal, v) cambios en el número de microorganismos del rumen y vi) interacción bacterias – dieta (Arambel y Kent, 1990; Wohlt *et al.*, 1991; Wohlt *et al.*, 1998) e incrementando la disponibilidad de energía (Robinson, 1997), en especial cuando se ofrecen altas cantidades de concentrado.

La administración de SC no afectó la duración del IP1E en las vacas H, siendo de 51,8 ± 3,4 días para el GC y de 56,4 ± 5,1 días para el GE. En las vacas C, no hubo efecto del SC sobre la duración del IP1E, siendo de 74,5 ± 5,5 días en el GC y 58,6 ± 11,4 días en el GE (Figura 4). A pesar de no haber diferencias estadísticas, se observa que las vacas C del GE manifestaron su primer celo postparto 16 días antes que las vacas del GC. El 75% de las vacas C del GE expresó su primer estro antes de los 70 DPP vs. 42,8% de las vacas del GC.

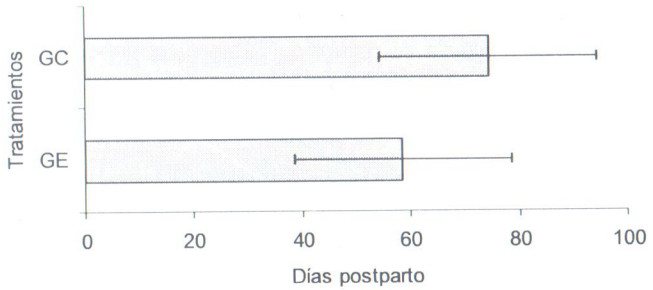

Figura 4. Efecto del *Saccharomyces cerevisiae* sobre la duración del intervalo parto-primer estro lúteo en vacas Carora.

El NP afectó la duración del IP1E (Figura 5) en las vacas H, siendo menor en las vacas de 3 ó más partos (46,4 ± 4,4 días; P<0,01), las cuales expresaron su primer estro postparto 24 días antes que las vacas de primer

parto (70,2 ± 11,7 días) y 17 días antes que las vacas de 2 partos (63,3 ± 8,2 días). Igual respuesta se observó en las vacas C, en las cuales el NP afectó la duración del IP1E (Figura 6), siendo menor en las vacas de 3 ó más partos (59,8 ± 8,1 días; P<0,05), las cuales expresaron su primer estro postparto 24 días antes que las vacas de primer parto (83,5 ± 8,5 días) y 32 días antes que las vacas de 2 partos (91 días).

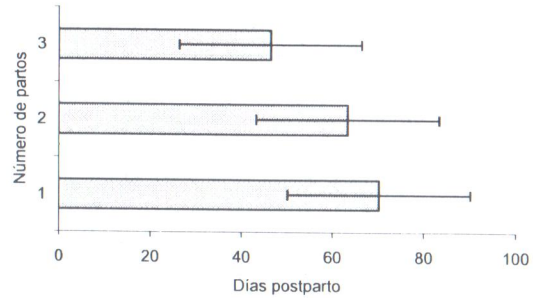

Figura 5. Efecto del Número de partos, sobre la duración del intervalo parto-primer estro lúteo en vacas Holstein (P<0,01).

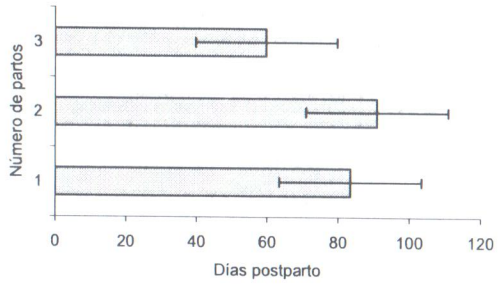

Figura 6. Efecto del Número de partos, sobre la duración del intervalo parto-primer estro lúteo en vacas Carora (P<0,05).

Los resultados obtenidos para el IP1E en las vacas H y C suplementadas con levaduras fueron inferiores a los reportados por González-Stagnaro (1992), en vacas mestizas doble propósito sin suplementación y coinciden con lo reportado por el mismo autor en vacas Pardo Suizo y H estabuladas y en vacas mestizas a pastoreo suplementadas con concentrado (Ramírez, 1995). Por otra parte son menores a los reportados por Vásquez (1999) en vacas Brahman, suplementadas con proteína sobrepasante.

Por otra parte, los resultados obtenidos para el IP1E, coinciden con los mencionados por Bastidas *et al.* (1998), en vacas mestizas doble propósito y Carora con puerperio normal, con un manejo alimenticio a pastoreo y concentrado al momento del ordeño y con los valores para el IP1E reportado por Soto *et al.* (1998), en vacas mestizas doble propósito expuestas a toros adultos a partir de los 15 DPP.

La implementación de estrategias de suplementación al inicio de la lactancia, mejora el IP1E en las vacas lecheras (Butler, 2000), destacando la importancia del plano nutricional sobre la respuesta reproductiva de los animales al inicio de la lactancia (Hanzen, 1986; Schillo, 1992).

Los valores de IP1E obtenidos en las vacas H de primer parto coinciden con lo reportado por Ramírez (1995) y difieren con relación a las vacas de 2 partos. No obstante, los valores obtenidos en las vacas C de 1 y 2 partos, son superiores a los reportados por dicho autor en vacas con igual número de partos.

La adicción de SC a la dieta de las vacas H no afectó la duración del IPC, siendo de 80 ± 4 días en el GC y de 76,8 ± 6,7 días en el GE, teniéndose que el 18,2% de las vacas de este grupo concibió antes de los 70 DPP vs. 10,5% del GC. El 50% de las vacas H del GE quedó gestante al primer servicio postparto, mientras que en el GC sucedió solo en el 40% de las vacas. Igual respuesta se obtuvo en las vacas C, grupo en el cual el IPC no fue afectado por la administración del SC siendo el IPC en las vacas del GC de 79 ± 9,1 días y de 79,2 ± 7,5 días en las vacas del GE, observándose que el 50% de las vacas de este grupo concibió antes de los 70 DPP vs. 57,2% del GC. El porcentaje de vacas C gestantes al primer servicio en el GC fue de 83%, mientras que en el GE fue del 50%.

Por otra parte, el NP, mostró una tendencia ($P<0,10$) sobre el IPC en las vacas H y C, siendo menor en las vacas con 3 ó más partos las cuales concibieron 17 y 15 días antes que las vacas de primer parto y 6 días antes que las vacas de 2 partos, respectivamente.

Los resultados para el IPC obtenidos en el presente estudio fueron inferiores a los reportados por González-Stagnaro (1992) en vacas doble propósito ordeñadas con becerro y suplementadas con concentrado. Así mismo son menores a los reportados por Ramírez (1995) en vacas mestizas H y Pardo Suizo a pastoreo y suplementadas con concentrado y a los obtenidos por Bastidas et *al.* (1998) en vacas mestizas H y Carora a pastoreo mas concentrado, con puerperio normal.

La duración del IPC varía en relación al momento en que las vacas ingresen al período de servicio, la tasa de detección de celo y la fertilidad (González-Stagnaro, 1992). En el presente trabajo, se obtuvo una reducción del 18% en la duración del intervalo entre partos en las vacas H y del 5% en las vacas C. Estos resultados coinciden con Didley (1990), quien menciona una mejora del 4% en el intervalo entre partos con el suministro de levaduras, sin que esta mejora sea estadísticamente significativa.

El uso del SC al inicio de la lactancia promovió el reinicio de actividad luteal durante el primer mes postparto, independientemente del NP; y bajo condiciones de manejo adecuadas, esto favorece la expresión del primer celo postparto, evento que indica las condiciones de funcionamiento endocrino favorables para reiniciar la actividad reproductiva postparto de la hembra bovina. En consecuencia, la aplicación de estrategias que mejoren el plano nutricional durante el período crítico del inicio de la lactancia, ejercen efectos positivos sobre el comportamiento reproductivo, permitiendo un ingreso más temprano al período de servicios y por ende garantizando intervalos entre partos menores a 13 meses.

CONCLUSIONES

El presente estudio ofrece una evaluación inicial del efecto de las levaduras sobre el sistema de producción de leche de la zona alta del estado Mérida, Venezuela. El uso estratégico del SC, durante los primeros 105 días del postparto favorece un pronto reinicio de la actividad ovárica postparto en las vacas Holstein, aspecto importante, ya que permite un pronto ingreso de las vacas al período de servicio y una obvia reducción del período de espera voluntario.

LITERATURA CITADA

Bastidas P. 1982. Comportamiento reproductivo postparto en ganado Brahman. Trabajo de ascenso. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela.

Bastidas P., N. Guerrero, M. Manzo y T. Díaz. 1998. Manejo reproductivo postparto de vacas lecheras. *En* González-Stagnaro C., N. Madrid-Bury y E. Soto-Belloso (Eds.) Mejora de la Ganadería de Doble Propósito. Astro Data. Maracaibo. pp. 413-426.

Butler W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Anim. Reprod. Sci., 60 – 61: 449457.

Bernal E. J. 1994. Pastos y forrajes, producción y manejo. 3ra Ed. Banco Ganadero. Colombia. p. 470.

Dawson K. A. 1993. The use of yeast culture in animals feeds: a scientific application of direct fed microbials and challenges of the future. En: T. P. Lyons (Ed.). Biotechnology in the Feed Industry, proceedings of Alltech's Ninth Annual Symposium. USA. pp. 169-172.

Dawson K. y Girard I. D. 1997. Biochemical and physiological basis for the stimulatory effects of yeast preparations on ruminal bacteria. *En* Lyons T.P. (Ed.) Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltech's 9th Annual Symposium. USA. pp. 293-305.

Didley D. 1990. Effect of Yea – Sacc on performance of cows at the Maddox dairies in California. Yea – Sacc 1026 Technical Dossier. Alltech Inc. USA. p.32.

González-Stagnaro C. 1992. Fisiología reproductiva en vacas mestizas de doble propósito. *En* González-Stagnaro C. (Ed) Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Astro Data. Maracaibo. pp. 153-188.

Hanzen Ch. 1986. Endocrine regulation of postpartum ovarian activity in cattle: a review. Reprod. Nutr. Develop., 26: 1219-1239.

Hidalgo T. M .E. 1993. Determinación de la actividad ovárica y comportamiento reproductivo en vacas doble propósito con diferente régimen de alimentación. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. p. 82.

Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1979. Nutrición Animal. 4ta Ed.. McGraw-Hill. Mexico. pp. 94.

NRC (National Research Council). 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6ta Ed. National Academy Press, Washington.

Párraga I. C. 1988. Estudio de la actividad ovárica postparto a través de palpación rectal y cuantificación hormonal en vacas Holstein. Tesis de Maestría. Postgrado en Reproducción Animal y Tecnología de la

Inseminación Artificial. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. 81p.

Ramírez L. N. 1995. Factores que afectan el período vacío en vacas Carora y Mestizas. *En* Madrid-Bury N. y E. Soto Belloso (Eds.). Manejo de la Ganadería de Doble Propósito. Astro Data. Maracaibo. pp. 465-486.

Schillo K. K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. J Anim. Sci., 70:1271-1272.

Soto E., G. Portillo y G. Soto. 1998. Avances en el manejo reproductivo de la vaca problema en ganadería de doble propósito. *En* González-Stagnaro C., N. Madrid-Bury y E. Soto-Belloso (Eds.). Mejora de la Ganadería de Doble Propósito. Astro Data. Maracaibo. pp. 427-442.

Vásquez B. 1999. Comportamiento reproductivo de vacas Brahman de primera lactancia suplementadas con proteína sobrepasante. Tesis de Maestría. Postgrado en Reproducción Animal y Tecnología de la Inseminación Artificial Universidad Central de Venezuela Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. p. 60.

Wallace R. J. y C. J. Newbold. 1993. Rumen fermentation and its manipulation: the development of yeast cultures as feed additives. *En* Lyons T.P. (Ed.) Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltech's 9no Annual Symposium. USA. pp. 173-192.

Wohlt J. E., T. T. Corcione y P. K. Zajac. 1998. Effect of yeast on feed intake and performance of cows fed diets based on corn silage during early lactation. J. Dairy Sci., 81: 1345-1352.

Instrucciones a los autores de zootecnia tropical

ZOOTECNIA TROPICAL publica solamente trabajos inéditos y originales de investigación en producción animal, pastos y forrajes, y acuicultura marítima y continental, relacionados con el trópico. **El autor principal o el responsable de la correspondencia con el Editor, debe hacer constar en la hoja de remisión del trabajo que se encuentra al final de estas instrucciones, que el artículo enviado es original e inédito y que cada autor está en conocimiento de la veracidad del artículo.**

ZOOTECNIA TROPICAL publica tres (3) categorías de trabajos: **Artículo Científico, Nota Técnica y Revisión Bibliográfica**; esta última por solicitud del Comité Editorial y/o Editor Jefe al (los) autor(es). **Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués, con un resumen en inglés y en español.**

Las **Notas Técnicas** deben ser breves, consistiendo en modificaciones a técnicas, manejo de instrumentos y/o equipos, informe de casos de interés en particular, preliminares de trabajos y/o estudios en desarrollo que por sus resultados ameriten divulgar la información. **El texto tendrá las mismas secciones del Artículo Científico**. El mismo no deberá exceder de ocho páginas.

NORMAS DE PUBLICACION

1. PRESENTACIÓN

Los trabajos deben estar mecanografiados o impresos a doble espacio, por un solo lado, en papel tamaño carta (28 x 21,5 cm), enviando **un (01) original y dos (2) copias**.

Una vez **aceptado** el trabajo, **enviar un disquete y un original** con las modificaciones ya realizadas, utilizando los procesadores de palabras Word o WordPerfect. Las tablas deben ser enviadas en Formato del procesador y los gráficos en Harvard Graphics, Power Point o Excel.

Una vez recibido el disquete se le enviará la comunicación oficial de aceptación, con la ubicación relativa donde será incluido en la revista **ZOOTECNIA TROPICAL**.

Todas las líneas de cada página deben estar numeradas. Asimismo, cada página debe estar numerada en la parte superior derecha; y los Cuadros, Figuras y Fotografías, deben estar ordenados al final, en tamaño máximo de 17 x 11 cm.

Los originales de Artículo Científico y Nota Técnica, deberán contener los elementos que a continuación se indican, escribiéndose en letras mayúsculas, centradas y en negritas:

- **Título**: No debe exceder de dos líneas sin puntos, excepto cuando exista alguna subdivisión del mismo.
- **Autor (es):** Dos líneas abajo del título debe(n) aparecer el (los) autores del mismo indicando nombre y apellido.
- **Institución y Dirección**: Dos líneas abajo del (los) autor (es), identificar su afiliación institucional y dirección postal.
- **Dirección electrónica**: En la misma línea anterior, colocar el correo electrónico o fax del autor de la correspondencia.
- **Resumen**: Debe ser un solo bloque de 250 palabras máximo, sin punto y aparte.
- **Palabras clave**: Máximo seis (6).
- **INTRODUCCION**: No deberá exceder de dos páginas (a doble espacio), cuyo contenido deberá expresar, además de la importancia del tema a tratar el objetivo del trabajo.
- **MATERIALES Y METODOS**: Deben ser suficientemente claros y precisos para que otra persona especialista en la materia pueda repetir el experimento y/o metodología. Debe incluir igualmente cuáles fueron los métodos estadísticos del análisis. En investigación de campo, deberá incluir además una breve descripción agroclimática de la localidad donde se efectuó el trabajo. Las cifras menores de diez (10) deben escribirse y las mayores a ésta se enumeran.
- **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**: Pueden ir en conjunto o separados. No deberá exceder de ocho páginas, excluyendo los cuadros, figuras y/o fotografías. Para estos últimos, el autor deberá indicar mediante un corchete y en líneas en blanco, la ubicación de los mismos. **La discusión debe finalizar con un comentario resaltando la importancia de los resultados obtenidos.**
- **CONCLUSIONES**: Deben ser concisas y concretas.
- **SUMMARY**: Constituirá la última hoja del trabajo, la cual deberá indicar el título del trabajo en Inglés. El summary debe consistir en una traducción fiel y exacta del resumen en español, con las mismas instrucciones señaladas para este último. Separadas por una línea, se deberán colocar las palabras claves (Key words) en inglés.
- **AGRADECIMIENTOS**: Un párrafo optativo.
- **LITERATURA CITADA**: Se debe presentar en orden alfabético. En caso de un mismo autor en años diferentes, se ordenará de acuerdo al año y en caso de ser igual, según la primera letra del título del trabajo. Se deberá colocar todos los autores integrantes del trabajo citado. Los trabajos que no han sido publicados no deben referirse en la bibliografía, sino en el texto, colocando inmediatamente después del apellido y entre paréntesis el tipo de fuente donde provino la información (comunicación personal, datos inéditos) y el año en el cual se efectuó la consulta, separado por una coma.

Si en el texto, dado el ordenamiento de la frase, se cita el apellido del autor, inmediatamente deberá ser colocado el año correspondiente entre paréntesis. En caso de dos autores se deberán colocar los dos apellidos, separados por una y para el caso de tres o más autores, bastará citar el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.* y el año correspondiente entre paréntesis.

Las referencias bibliográficas, las cuales van en el desarrollo del texto, deberán contener todos los elementos que permitan su fácil localización, cuya variación está regulada por el tipo de publicación citada. Para ello, a continuación se indican algunos ejemplos:

Revista (ya publicada)

Sanabria D., J. G. Fariñas, U. Manrique, Z. Flores e Y. Reina. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del estado Bolívar. Zoot. Trop., 13(1): 63-76.

Revista (aceptado, pero no publicado)

Valle A. 1996. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holstein sobre el proceso adaptativo. VI. Componentes de la leche. Zoot. Trop., 14(1). (En prensa).

Suplemento de revista

Leng R. A. 1993. Overcoming low productivity of ruminants in tropical developing countries. J. Anim. Sci., 71(suppl. 1):284. (Abstracts).

Libros

Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1989. Nutrición animal. Ed. McGRAW-HILL, S. A., México. 7ma Ed.

Capítulos de libros

Toledo J. M. y R. Schultze-Kraft. 1985. Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. *In*: Toledo J. M. (Ed.). Manual para la Evaluación Agronómica. R.I.E.P.T. – CIAT, Cali, Colombia, pp. 91-110.

Informes, Congresos, Simposia, Reuniones y/o Memorias

Beltran J., W. Bodisco, N. de Borsotti, D. Plasse, L. Vaccaro, R. Vaccaro, A. Valle y O. Verde. 1985. Bases de una política nacional de producción bovina. Informe presentado al MAC. 16 pp. (Mimeo).

Bracho M., O. Abreu F. y A. Del Villar. 1992. Influencia del peso al parto sobre la producción de leche en vacas doble propósito. I Jornadas Técnicas FONAIAP (Maracaibo, Venezuela), p. 612 (Resumenes).

Espinoza F., Y. Díaz, P. Argenti, E. Perdomo y L. León. 1998. Estudios preliminares del género *Pachyrhizus* DC. En Venezuela. *In*: Sørensen M., J. Estrella, O. Hamann y S. A. Ríos (Eds.). Proceedings of 2nd International Symposium on Tuberous Legumes. Celaya, Guanajuato, México, pp. 139-154.

Tesis y Trabajos de Ascenso

Noguera E. 1985. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo mediante análisis de registros del rebaño de una Estación Experimental dedicada a la producción de leche. Tesis de Maestría en Ciencias. UCV- FCV, Maracay, Venezuela. 93 pp.

García A. 1991. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del rebaño de vacas inscritas en el ROPL en el período 1986-1990. Trabajo de Ascenso LUZ – FCV, Maracaibo, Venezuela. 33 pp.

Revistas y otras fuentes electrónicas

McCollum T. 1997. Supplementation strategies for beef cattle. [Online] Available:http://agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf. [Octubre 15, 1997]. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System.

Publicaciones Misceláneas

Argenti P. y F. Espinoza. 1993. Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Pub. FONAIAP (Serie B), Maracay, Venezuela. 20 pp.

▪ CUADROS, FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

Los Cuadros deben ser solamente los necesarios, ilustrativos y concisos, contando con los datos precisos para que sean autosuficientes. La letra del mismo debe tener tipo 10 como mínimo.

Las Figuras deben tener las características semejantes a los Cuadros, preferiblemente impresos en láser.

Las Fotografías deben ser impresiones de buena calidad, en originales y en papel brillante, preferiblemente de tamaño postal.

2. DIRECCIONES

Envío de Artículos:

Dr. José L. Gil
Editor Jefe

Dr. Nestor E. Obispo
Editor Asistente

Dirección:
INIA – CENIAP – IIZ. Maracay 2103, Apartado postal 4653. Estado Aragua, Venezuela. Fax: 58 – 243 – 2466604. Correo electrónico: zootrop@inia.gov.ve, jgil@inia.gov.ve, nobispo@inia.gov.ve

Suscripciones:

Publicaciones
INIA – Gerencia General
Av. Universidad, El Limón
Maracay 2103, Apdo. 4653
Estado Aragua, Venezuela
FAX: +58 243 2838101

Rosa C. Terán
INIA – CENIAP
Maracay 2103 Apdo. Postal 4653
Estado Aragua, Venezuela
email: zootrop@inia.gov.ve
Fax: +58 243 2402217

Zootecnia Tropical

Remisión de manuscrito y Conformidad de los autores

Esta planilla deberá ser llenada y enviada con el manuscrito al Editor. Si el manuscrito no es aceptado para publicación, este affidávit no tiene efecto legal y es considerado nulo. Favor fotocopie este formato y llénelo con letra de imprenta o a máquina.

1.-Título del manuscrito:

_____

_____ _____

2.- Nombre y dirección del autor a quien va dirigida la correspondencia:
Nombre _____
Dirección _____
Teléfono:_____.Fax: _____.
Correo electrónico: _____.

3.- Declaración de contenido y exclusividad:

Yo (Nosotros) he (hemos) preparado y/o revisado el manuscrito mencionado anteriormente y declaro (declaramos) que su contenido no ha sido publicado anteriormente en otra revista científica y que no ha sido remitido para su publicación en ninguna otra revista científica.

4.- Conformidad del autor o autores:

Yo (Nosotros) he (hemos) preparado y/o revisado el mencionado manuscrito y declaro (declaramos) ser el (los) autor (autores) en el orden presentado en el mismo.

Yo (Nosotros) aceptamos los términos arriba mencionados:
Autor 1: _____. Firma: _____.
Autor 2: _____. Firma: _____.
Autor 3: _____. Firma: _____.
Autor 4: _____. Firma: _____.
Autor 5: _____. Firma: _____.
Fecha: _____

Para más detalles de estilo y presentación obsérvese los últimos números de la revista.

Los símbolos a usar son:

	Símbolo/abrev,	reemplaza
metro,	m,	
kilómetro,	km (10^3m)	
decímetro,	dm	
centímetro,	cm (10^{-2}m)	
milímetro,	mm (10^{-3}m)	
micra	µ	
micromilímetro,	µm (10^{-6}m),	microm
nanómetro,	nm (10^{-9}m),	Angstrom
metro cuadrado,	m^2	
hectárea,	ha	
metro cúbico,	m^3	
litro,	l	
gramo,	g	
kilogramo,	kg	
tonelada,	t	
mega gramo,	Mg,	
miligramo,	mg (10^{-3}g)	
microgramo,	µg (10^{-6}g)	
nanogramo,	ng (10^{-9}g)	
kilogramo/hectárea,	kg ha^{-1}	
toneladas/hectárea,	t ha^{-1}	
megapascal,	M Pa,	bar
grado Celsius,	°C	
grado Joule,	J,	caloría
grado Kelvin	°K	
centimole por kilogramo,	c mol kg^{-1},	meq por 100g
gramo por kilogramo,	g kg^{-1}	
miligramo por kilogramo,	mg kg^{-1},	ppm
metro sobre el nivel del mar	m.s.n.m.	

La revista proporcionará gratis a los autores 25 separatas de sus trabajos.

Para reproducir un material o parte de él, deberá obtenerse el permiso de la revista.

Los manuscritos deben ser enviados al Editor de **Agronomía Tropical**, INIA, Apdo. 2103, Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela, acompañados de una comunicación en la cual se señale el autor a quién deberá dirigirse la correspondencia, su dirección, teléfonos de oficina y domicilio y la firma de cada uno de los autores del trabajo.

REVISTA
ZOOTECNIA TROPICAL

ORDEN DE SUSCRIPCION
(Suscription Order)

Por favor, registre mi suscripción por el (los) año(s) _____
(Please, enter my suscription for the year (s))

Nombre: _____
(Name)

Dirección: _____
(Address)

Ciudad: _____ Estado: _____
(City) (State)

País: _____ Apartado: _____ Código Postal: _____
(Country) (Mail Box) (Zip)

CHEQUE N°: _____ Banco: _____ Bs.: _____
(Check N°) (Bank) (US$)

COORDINACIÓN EDITORIAL
Dr. José Luis Gil

COMPOSICIÓN
Dr. Nestor E. Obispo

MONTAJE
Nury Castillo

FOTOLITO
Mario Pino y Nury Castillo

IMPRESIÓN
Juan Salas

DISEÑO
Sonia Piña

IMPRESO EN EL TALLER GRÁFICO DEL INIA
SEPTIEMBRE 2006
Tiraje: 500 ejemplares

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

ZOOTECNIA TROPICAL

APARTADO POSTAL 2103 - A
Maracay 2105 - ESTADO ARAGUA
VENEZUELA

BY AIR MAIL

POR AVION